Jahrbuch der Naturkunde

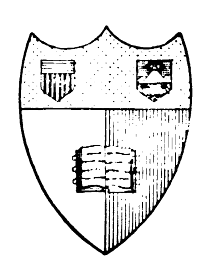
Elfter Jahrgang 1913

KARL PROCHASKAS ILLUSTR. JAHRBÜCHER

Von Herm. Berdrow



Verlag und Druck von KARL PROCHASKA ▵ Leipzig ▵ Wien ▵ Teschen
Preis 1 Mk. 50 = 1 K 80








CORNELL UNIVERSITY LIBRARY
3 1924 066 649 504

»Prochaskas Illustrierte Jahrbücher« bestehen aus folgenden Teilen:

Illustriertes Jahrbuch der Erfindungen. Erscheint alljährlich seit 1901. Die Jahrgänge I—IV kosten broschiert je 1 Mark, in Leinwand gebunden je 2 Mark. Vom V. Jahrgang ab ist dieses Jahrbuch nur noch in Halbleinwand gebunden à 1 M. 50 Pf. und in Leinwand gebunden à 2 Mark erhältlich.

Illustriertes Jahrbuch der Weltgeschichte. Erscheint alljährlich seit 1900. Die Jahrgänge I—IV kosten broschiert je 1 Mark, in Leinwand gebunden je 2 Mark. Vom V. Jahrgang (Geschichte des Jahres 1904) ab ist dieses Jahrbuch nur noch in Halbleinwand gebunden à 1 M. 50 Pf. und in Leinwand gebunden à 2 Mark erhältlich.

Illustriertes Jahrbuch der Weltreisen und geographischen Forschungen. Erscheint alljährlich seit 1902. Die Jahrgänge I—III kosten broschiert je 1 Mark, in Leinwand gebunden je 2 Mark. Vom IV. Jahrgang ab ist dieses Jahrbuch nur noch in Halbleinwand gebunden à 1 M. 50 Pf. und in Leinwand gebunden à 2 Mark erhältlich.

Illustriertes Jahrbuch der Naturkunde. Erscheint alljährlich seit 1903. Die Jahrgänge I und II kosten broschiert je 1 Mark, in Leinwand gebunden je 2 Mark. Vom III. Jahrgang ab ist dieses Jahrbuch nur noch in Halbleinwand gebunden à 1 M. 50 Pf. und in Leinwand gebunden à 2 Mark erhältlich.

Illustriertes Jahrbuch der Gesundheit. Hievon ist ein Jahrgang erschienen, der broschiert 1 Mark, in Leinwand gebunden 2 Mark kostet.

Auf Wunsch werden auch die früher brosch. erschienenen Bände der »Illustr. Jahrbücher« in dem neuen Halbleinen-Einband zum Preise von 1 Mark 50 der Band geliefert.

Prochaskas Illustrierten Jahrbüchern liegt der Gedanke zu Grunde, über die Fortschritte der Kultur auf den wichtigsten Gebieten des modernen Lebens alljährlich eine Revue zu geben, die übersichtlich, allgemein verständlich und derart stilistisch gehalten ist, daß ihre Lektüre eine anziehende, geistbildende Unterhaltung genannt werden kann.

Für jung und alt, für alle Gesellschaftskreise gleich geeignet und gleicherweise interessant, sind diese Jahrbücher eine der empfehlenswertesten Erscheinungen der neueren volkstümlichen Literatur.

Urteile der Presse über Prochaskas Illustrierte Jahrbücher.

Über Land und Meer. Illustriertes Jahrbuch der Erfindungen. „Ein glücklicher Gedanke ist hier in gediegener Weise verwirklicht: ein bequemer Überblick über die technischen Fortschritte in Form eines reich illustrierten Jahrbuchs zu außerordentlich billigem Preis."

Basler Zeitung. Illustriertes Jahrbuch der Naturkunde. „Endlich haben wir einmal eine gute, billige und ausgezeichnet illustrierte Übersicht alles dessen, was die Naturkunde im Laufe eines Jahres als neue Entdeckungen zu verzeichnen hatte. Es ist eine Freude, die prächtige, für jedermann verständliche Übersicht zu lesen. Jeder Gebildete sollte diese Jahrbücher erwerben und sie nicht nur in seiner Bibliothek aufstellen, sondern auch lesen. Derartige Schriften nützen der Aufklärung unendlich viel mehr als alle kulturkämpferischen Zeitungsartikel. Möchte doch dieses Unternehmen die weiteste Verbreitung in allen Schichten der Bevölkerung finden."

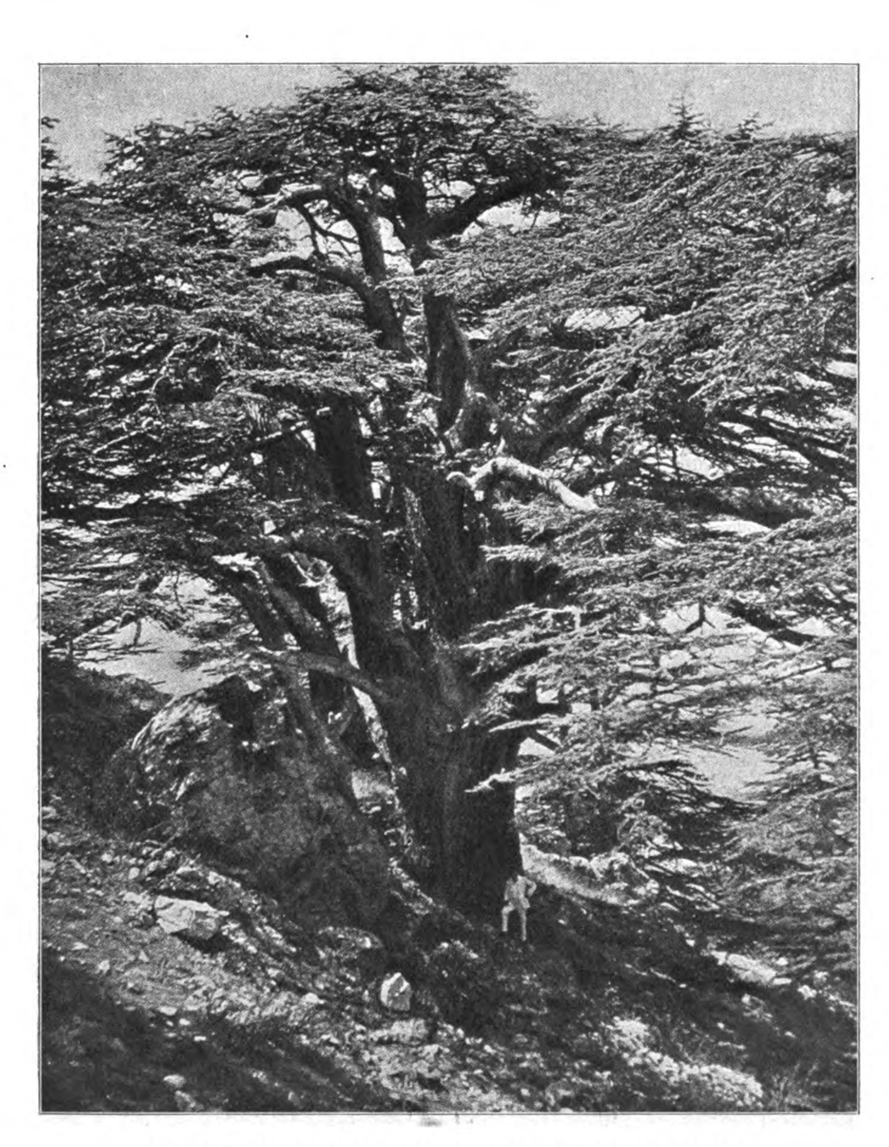
Frankfurter Zeitung. Prochaskas Illustrierte Jahrbücher erfreuen sich einer von Jahr zu Jahr wachsenden Anerkennung, was bei der Gediegenheit des Inhalts und der Ausstattung, sowie dem billigen Preise nicht zu verwundern ist. In der Anlage übersichtlich, in der Darstellung fast durchwegs klar und allgemein verständlich gehalten, ohne irgend trivial zu werden, unterrichten diese Jahrbücher über die in ihnen behandelten Erfahrungs- und Forschungsgebiete mit einer für den Nichtfachmann vollkommen ausreichenden Ausführlichkeit, den Fachmann selbst aber mitunter verblüffenden Gründlichkeit. Bei der ungeheuren Fülle von Eindrücken, die tagaus tagein aus dem Leben, aus Tagesblättern und Zeitschriften auf den wissensdurstigen Kulturmenschen einwirken, ist es für den gewöhnlichen Sterblichen fast unmöglich, Spreu und Weizen zu scheiden und aus dem Vielerlei ein klares Bild zu gewinnen. Da sind denn Führer, wie es Prochaskas Jahrbücher sein wollen, durchaus am Platze. Rückschauend blicken wir noch einmal des Weges entlang, den wir durch lange Monate gewandert sind, und erkennen staunend, daß manches Kleine groß und manches Große klein geworden, alles aber, den Gesetzen der geistigen Perspektive gemäß, nach Möglichkeit gewertet, gesichtet und geordnet ist. So gewinnen wir nachträglich ruhende Pole in den Erscheinungen Flucht — immer vorausgesetzt natürlich, daß wir guten Führern folgen. Und Prochaskas Jahrbücher sind solche Führer.

Die Woche. Illustriertes Jahrbuch der Weltgeschichte. „Wir können dem stattlichen Bande kein besseres Geleitwort auf den Weg mitgeben, als den Ausdruck unserer Überzeugung, daß es dem Verfasser gelungen ist, die Worte seines Programms glänzend zu verwirklichen: ‚Nicht ein Urkunden- oder Nachschlagebuch ist, was wir den Lesern bieten, sondern wir wollen ihnen die handelnden Personen, die Kämpfe und Ereignisse in möglichst lebensvollen Bildern vorführen, die Triebkräfte des politischen Lebens aufdecken und den inneren Zusammenhang alles Geschehenen klarmachen.' Die volkstümliche, klare und doch vornehme Haltung des Jahrbuchs werden demselben gewiß viele Freunde und Schätzer gewinnen. Wer eine aller Parteilichkeit entkleidete Schilderung der Ereignisse jedes Jahres wünscht, säume nicht, sich in den Besitz dieses gediegenen ‚Jahrbuchs' zu setzen."

Fortsetzung am Schlusse des Buches.

Illustriertes Jahrbuch
der Naturkunde
Elfter Jahrgang.





Ein Naturdenkmal vom Libanon, eine der ältesten Zedern, „St. Jakobus" genannt.

Prochaskas Illustrierte Jahrbücher

Illustriertes Jahrbuch der Naturkunde

Elfter Jahrgang 1913 Von Herm. Berdrow




Leipzig
Königstraße 9/11.


Karl Prochaska in Teschen

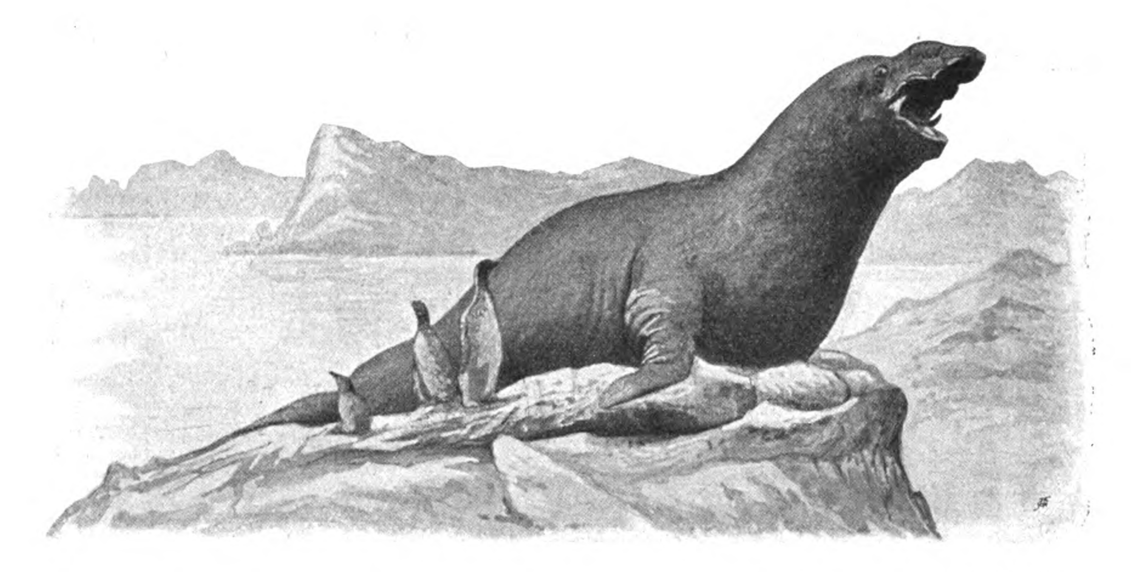

Wien
Seilerstätte 5.

Inhaltsverzeichnis.

Denjenigen Herren, die mich durch Übersendung ihrer wissenschaftlichen Arbeiten zu unterstützen die Freundlichkeit hatten, spreche ich meinen ergebensten Dank aus. Herm. Berdrow.



Alphabetisches Sachregister.



Der See-Elefant.

Weltall und Sonnenwelt.

(Astronomie und Meteorologie.)

Der neue Stern * Ringnebel und Spiralnebel * Der Saturnring * Im Dunstkreis der Erde.

Der neue Stern.

Am 12. März 1912 wurde an der Sternwarte zu Dombaas in Norwegen von dem Lehrer Enebo im Sternbilde der Zwillinge ein neuer Stern entdeckt, der den Namen Nova Geminorum Nr. 2 erhielt, zum Unterschied von der am 24. März 1903 in demselben Sternbilde entdeckten Nova. Der 2 Grad südlich von ϑ-Geminorum gelegene Stern entspricht genau einem Sternchen 13. Größe auf der Palisa-Wolf-Sternkarte.

Die Gegend der Nova war auf der Königstuhl-Warte zuletzt am 7. Februar 1912 photographiert, am Ort der Nova befindet sich auf der Platte kein Sternchen heller als 12. Größe.*) Der Vorgang der Weltkatastrophe, wenn man diese Anschauung beibehalten will (s. Jahrb. I, S. 17 ff.), hat sich also nach dem 7. Februar abgespielt. Die Helligkeit des neuen Sterns betrug nach den meisten Beobachtern am 13. März etwas weniger als 4. Größe, nur ein Beobachter schätzte sie mit bloßem Auge auf 3·63. Größe. Zu Antwerpen hatte der Astronom de Roy die betreffende Gegend am 9. März mit bloßem Auge gemustert und dabei in der Region der Nova nichts Auffallendes wahrgenommen.

Zur Zeit ihrer Entdeckung hatte die Nova den Höhepunkt ihrer Helligkeit jedenfalls schon überschritten. Unter Veränderungen des Spektrums, von denen noch zu berichten sein wird, nahm die Helligkeit fortgesetzt ziemlich bedeutend ab, vielleicht unter periodischen Schwankungen. So stellte man merkwürdigerweise in Tübingen vom 29. auf den 30. März eine Lichtzunahme fest (von 6·13 auf 5·56); am 1. April hatte sie wieder auf 6·5 abgenommen. Vielleicht liegt eine mit der Rotation der Nova zusammenhängende Schwankungsperiode von 6 bis 8 Tagen vor. Bis Ende August war sie zum Stern 8. Größe gesunken.

*) Astron. Nachr. 4562, 4563.

Über das Spektrum der Nova Geminorum Nr. 2 berichtet Ragnar Furuhjelm*) nach Aufnahmen am 80 Zentimeter-Refraktor in Potsdam.

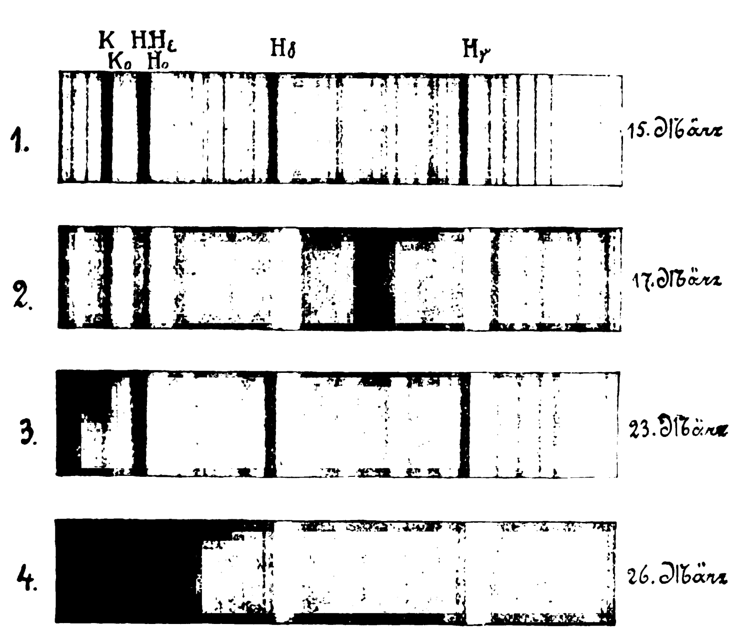
Von den sechs am besten ausgefallenen Platten ist die erste vom 15. März besonders interessant. Das wesentlich kontinuierliche Spektrum ist von einer großen Anzahl ziemlich breiter, aber gut begrenzter Absorptionsstreifen durchzogen; auch die Emissionsbänder des Wasserstoffes sind zu erkennen, heben sich aber wenig vom kontinuierlichen Hintergrunde ab. Das Kalzium ist, wie in den Spektren der neuen Sterne gewöhnlich, durch Linien zweierlei Art vertreten, breite nach Violett hin verschobene Absorptionsbänder und feine sehr scharfe Linien in nahezu normaler Lage. Das Hauptinteresse knüpft sich an die zahlreichen Absorptionsstreifen, deren meiste, wie Prof. Schwarzschild schon durch vorläufige Ausmessung des Spektrums festgestellt hat, vom Titan herrühren (Astr. Nachr., 4563). Außerdem sind sicher noch Linien des Skandium und des Strontium nachweisbar. Als sehr wahrscheinlich vorhanden möchte Furuhjelm auch die Elemente Eisen und Yttrium bezeichnen, obwohl je eine der stärkeren Linien dieser Metalle fehlt.

Es ist ganz auffallend, daß die Elemente, deren Spektrallinien sich in Novalinien feststellen las-

*) Astron. Nachr. Nr. 4592.

sen, auch für das Chromosphärenspektrum der Sonne charakteristisch sind. Alle stärkeren Eisenlinien der Chromosphäre kommen auch im Novaspektrum vor, so daß das Vorhandensein des Eisens auch im letzteren als sicher anzunehmen ist. Daß das Spektrum der Nova dem der Chromosphäre so gut entspricht, wird vielleicht für die Theorie der Neuen Sterne von Wichtigkeit sein.

Aus den Linienverschiebungen auf den verschiedenen Platten ergeben sich sehr verschiedene **Radialgeschwindigkeiten**. Professor Dr. K. **Schwarzschild***) äußert sich darüber folgendermaßen:



Spektra des neuen Sterns Nova Geminorum Nr. 2.

Besonders bemerkenswert sind die mit H_0 und K_0 bezeichneten ganz schmalen Linien rechts von den Linien H und K des Kalziums. H_0 und K_0 entstammen ebenfalls dem Kalzium, und zwar sind gerade diese feinen Linien die normalen Kalziumlinien, die daneben liegenden breiten Linien sind verschoben, als ob die sie erzeugenden Kalziummassen mit einer Geschwindigkeit von 650 Kilometer in der Sekunde auf uns zukämen. Sehr nahe dieselbe Verschiebung haben auch die Wasserstofflinien, während die Titanlinien nur entsprechend einer Geschwindigkeit von 540 Kilometer in der Sekunde verschoben sind. Bei allen neuen Sternen treten diese Verschiebungen der Linien auf, die so ungeheueren auf uns zu gerichteten Geschwindigkeiten entsprechen.

Die späteren Platten unterscheiden sich von den ersten in mancherlei Hinsicht, was auf große Veränderungen auf der Nova schließen läßt. Auf der Platte vom 27. März zeigt sich zum erstenmal ein Emissionsband (zwischen λ 4620 und λ 4669), das mit einem schon im Spektrum der Nova Persei gemessenen unbekannten Ursprungs identisch ist. Dieses Band tritt auch auf der Platte vom 3. April hervor und zeigt wohl an, daß im Weltall Stoffe, die bei uns noch unbekannt sind, existieren.

*) Die Umschau, 1912, Nr. 30.

H. **Ludendorff** hat auf einer Platte der Nova vom 15. März Absorptionslinien des Radiums und der Emanation feststellen können.*) Radioaktive Stoffe im Spektrum der Nova sind auch von Prof. H. **Giebeler**, Bonn, festgestellt und von Prof. **Kayser** und Prof. **Küstner****) bestätigt. Dies hat Prof. **Kayser** veranlaßt, einen Versuch zur **Erklärung der Neuen Sterne durch radioaktive Prozesse** zu machen.***)

Im Spektrum der Nova Geminorum Nr. 2 sind nach Aufnahmen der Bonner Sternwarte nicht nur die breiten Emissionsbänder für die Wasserstoffserie und für einige andere Linien gefunden worden, Linien, die für das Spektrum aller Neuen Sterne so charakteristisch sind, sondern auch eine große Anzahl sehr feiner scharfer Absorptionslinien. Eine genaue Vergleichung mit spektroskopischen Tabellen zeigt, daß **alle** bekannten Radiumlinien sehr nahe bei Linien liegen, die Dr. **Giebeler** in der Nova gemessen hat. Damit sind vielleicht 15 von den 80 Linien **Giebelers** erklärt, und die Annahme, daß es sich um ein zufälliges Zusammentreffen der irdischen und stellaren Spektrallinien handle, ist recht unwahrscheinlich.

Die Bedeutung dieses Zusammenfallens konnte wesentlich vergrößert werden, wenn es gelang, auch die Anwesenheit der Mutter- und Tochter-Substanz des Radiums in der Nova nachzuweisen. Die Untersuchung ergab, daß von sechs stärkeren irdischen Uranlinien vier annähernd auch in der Nova gemessen werden können; eine fünfte fällt nahe neben die Heliumlinie und wird besser diesem Element zugerechnet. Von den zehn Linien der Emanation konnte man sechs als im Stern repräsentiert betrachten. Es wird daher sehr wahrscheinlich, daß in der Nova Uran, Radium, Emanation und Helium vorhanden sind, und damit wäre zum erstenmal der Nachweis radioaktiver Substanzen im Weltraume in großem Maßstabe erbracht (daß Meteore, namentlich die siliziumreichen, radioaktiv sind, war schon bekannt). Diese Tatsache allein ist interessant und wichtig. Es scheint Prof. H. **Kayser** jedoch, man dürfe sich nicht damit begnügen, sondern müsse versuchen, einen Zusammenhang zwischen der Erscheinung Neuer Sterne und der Anwesenheit radioaktiver Stoffe festzustellen und wenigstens einige der rätselhaften Erscheinungen an Neuen Sternen durch radioaktive Vorgänge zu erklären.

Am auffallendsten in den Spektren der Novae sind die breiten Bänder, die an der Stelle der Wasserstofflinien liegen. Im allgemeinen fällt die-

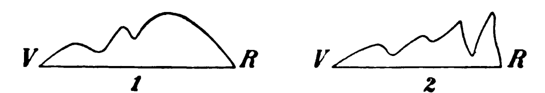
*) Astron. Nachr. Nr. 4592.
**) Astron. Nachr. Nr. 4582.
***) Astron. Nachr. Nr. 4585.

ses breite Band steiler nach Rot, weniger steil nach Violett ab. Die beiden Abfälle sind nicht gleichmäßig abschattiert, sondern zeigen ein oder mehrere Minima, namentlich auf der violetten Seite (s. die schematische Skizze, Fig. 1). Diese Minima sind stets als Absorptionslinien gedeutet worden; man hat gesagt, die helle Wasserstofflinie sei von dunklen begleitet, und hat daraus entweder auf das Vorhandensein mehrerer Weltkörper oder mehrerer Gasschichten geschlossen, die sich mit verschiedener Geschwindigkeit im Visionsradius (d. h. Richtung Erde-Stern) bewegen. Freilich kam man dabei zu ganz unwahrscheinlichen Geschwindigkeiten (s. Jahrb. II, S. 24/26).

Die Anwesenheit radioaktiver Substanzen auf den Neuen Sternen legt eine neue Erklärung nahe. **Goldstein** hat bekanntlich in **Geißler**röhren eine Art von Strahlen entdeckt, die er Kanalstrahlen nannte. Sie bestehen aus ponderablen (noch wägbaren) positiv geladenen Teilchen, die sich mit großer Geschwindigkeit bewegen. Treten diese Strahlen in ein Gas ein, so stoßen sie gegen dessen Molekeln, geben ihnen Geschwindigkeit und regen sie zur Ausstrahlung (Emission) ihres Spektrums an. Diese rasch bewegten leuchtenden Gasteilchen rufen den Dopplereffekt hervor (s. Jahrb. V, S. 108); man sieht also im Spektrum ein breites abgelenktes Band neben der richtig gelagerten Gaslinie; dieses Band ist nach Violett zu verschoben, wenn die Kanalstrahlen auf den Spalt des Spektroskops zu laufen, nach Rot, wenn sie sich von ihm entfernen. In diesen Bändern haben sich bei genauerer Untersuchung noch einige bisher nicht genügend erklärte Eigentümlichkeiten gezeigt; so tritt z. B. in dem abgelenkten Bande ein Minimum der Helligkeit, nach **Stark** sogar zwei solche Minima auf, so daß sich die in Figur 2 schematisch dargestellte Intensitätskurve zeigt.

Diese Erscheinung muß unmittelbar an das Aussehen der Bänder in den Novae erinnern, hier wie dort haben wir Minima in den durch den Dopplereffekt abgelenkten Bändern. Eine Erklärung dieser Ähnlichkeit liegt auf der Hand: Die radioaktiven Substanzen senden ihre Energie wesentlich in der Form von α-Strahlen aus, positiv geladenen materiellen Teilchen, wahrscheinlich Heliumatomen, deren Geschwindigkeit etwa 10- bis 100mal größer ist, als sie bei den Kanalstrahlen in Geißlerröhren erreicht worden ist. Diese α-Strahlen treten in die Atmosphäre des Sternes ein und müssen hier Emission und Geschwindigkeit hervorrufen, und zwar eine Geschwindigkeit, die entsprechend größer ist als bei den Kanalstrahlen im Geißlerrohr. Es muß also ein sehr breites, mit Minimis versehenes Emissionsband entstehen; und in der Tat sind die Bänder der Novae 10- bis 15mal breiter beobachtet als bei Kanalstrahlen. Wir brauchen also bei diesem merkwürdigsten Teil des Spektrums der Nova nicht mehr an Weltkörper oder Gasschichten zu denken, die sich mit diesen unwahrscheinlichen Geschwindigkeiten bewegen; es handelt sich vielmehr um Gasmolekeln, die durch die gewaltigen, in radioaktiven Körpern frei werdenden Energiemengen so große Geschwindigkeiten erhalten.

Das **Auftreten einer Nova** ließe sich also folgendermaßen denken: Auf irgend eine Weise wird eine erhebliche Menge von Radium an die Oberfläche des Weltkörpers gebracht. Wie das geschieht, möge dahingestellt bleiben, doch sieht Prof. **Kayser** es nicht für unmöglich an, daß eine gewaltige Eruption, wie wir sie in kleinem Maßstabe in den Sonnenprotuberanzen kennen, aus dem Innern des Gestirns größere Massen von Radium auf die Oberfläche schaffen könnte. Eine andere Möglichkeit wäre die, daß durch Meteorfälle Radium auf den Stern gelangte. Durch die radioaktiven Prozesse findet Entwicklung von Wärme und namentlich von Licht statt, der bisher dunkle Stern wird sehr schnell sichtbar. Besteht seine Atmosphäre wesentlich aus Wasserstoff, so treten durch die α-Strahlen im Spektrum die breiten Bänder auf, eventuell auch solche von Kalzium u. a. Das Radium verdampft, seine Dämpfe nebst denen des Urans, der Emanation, des Heliums gelangen durch Zerstreuung in die höhere Atmosphäre,



Schematische Skizze der Wasserstoffbänder auf neuen Sternen.

kühlen sich ab und erzeugen die scharfen Absorptionslinien. Wegen der dauernden Entstehung von Helium wachsen dessen Spektrallinien an Stärke, sie können je nach dem Ort, wo sie sich befinden, in Emission oder Absorption sichtbar sein.

So ließe sich der anfängliche Verlauf der Erscheinungen bei einer Nova erklären. Weit schwieriger ist das schnelle Abklingen der Helligkeit und der Übergang des Sternes in einen Nebel zu verstehen; aber das können auch die älteren Hypothesen nicht erklären. An eine Zersetzung des Radiums kann man nicht gut denken, denn dessen Lebensdauer beträgt einige tausend Jahre; und im Laboratorium wenigstens hat man bisher kein Mittel gefunden, seinen Zerfall zu beschleunigen. Was die Nebellinie betrifft, so kennen wir ihren chemischen Ursprung nicht; ebensowenig kennen wir die Spektra der weiteren Zerfallsprodukte des Radiums. Es scheint daher die Hypothese erlaubt, daß die Nebellinie sich aus dem Radium entwickeln kann.

Bleibt auch dieser Versuch Prof. **Kaysers**, die Vorgänge auf Neuen Sternen mit Hilfe der ja selbst noch ungenügend bekannten radioaktiven Prozesse zu erklären, die Antwort auf manche Frage schuldig, so wird er sicherlich doch für Astronomen und Physiker Anregung zu ferneren Untersuchungen geben.

Die am Ausgang des Jahres 1910 im **Sternbild der Eidechse entdeckte Nova** (s. Jahrbuch X, S. 22) hat nach Beobachtungen von A. A. **Nijland** zu Utrecht im Laufe des Jahres 1911 von 7·5. Größe bis 11·4. Größe abgenommen, hat also bald ihr Anfangsstadium (14. Größe) wieder erreicht. Im Mai war sie schon schwächer als 10. Größe und ihre anfänglich rötliche Farbe fast ganz verblaßt. Kleine Schwankungen kürzerer



Dauer wie bei der Nova Persei von 1901 sind auch in der Lichtkurve der Nova Lacertä angedeutet.

Die Zahl der neuen Sterne ist, solange wir sichere Berichte besitzen, noch nicht sehr groß; aber sie genügt, uns wissen zu lassen, daß in den Fernen des Weltalls die Entwicklung nicht so still und ruhig verläuft, wie der Anblick des friedevollen nächtlichen Sternenhimmels uns vorspiegelt. Nachdem Tycho am 11. November 1572 den neuen Stern in der Cassiopeja entdeckt, der anfänglich strahlender als die Venus war und am hellen Tage gesehen werden konnte, erfolgten weitere Entdeckungen in den Jahren 1602, 1604, 1670, worauf fast 180 Jahre vergingen, bevor trotz der Vervollkommnung der Fernrohre und trotz der gewaltigen Zunahme der Zahl der Astronomen eine Nova angezeigt wurde. Die ferneren Entdeckungen erfolgten in den Jahren 1848, 1860, 1866, 1876, 1892, 1893, 1895, 1898, 1899, 1901 (Nova Persei), 1903, 1905, 1910 und 1911. Die meisten dieser Novae sind als Sternchen von 12. Größe und darunter bis heute sichtbar geblieben, einige sind wieder völlig verschwunden, z. B. der von 1604 (im Schlangenträger) und von 1670 (im Fuchs).

Ringnebel und Spiralnebel.

Man teilt die Nebelflecken allgemein in die zwei Klassen der kleinen planetarischen Nebel und



Ringnebel in der Leier, aufgenommen mit dem Crossley-Reflektor der Lick-Sternwarte auf dem Mount Hamilton in Kalifornien.

der großen unregelmäßig gestalteten. Sie sind meistens so lichtschwach, ihre Helligkeit liegt selbst bei Verwendung großer Fernrohre so nahe an der unteren Grenze der Sichtbarkeit, daß nur noch die stärkeren Kontraste direkt wahrnehmbar sind, während die photographische Platte bei genügend langer Expositionszeit außerordentlich viel mehr Einzelheiten verrät, als im Fernrohr erkennbar sind, so daß gegenwärtig ein Studium der Nebelflecken nur noch auf photographischem Wege zu betreiben ist. Allerdings hängt sowohl bei direkter Beobachtung als auch bei gleichzeitiger Aufnahme von Nebel und Sternen das Helligkeitsverhältnis beider Arten von Himmelskörpern in hohem Maße von den Dimensionen des benutzten Instruments ab, so daß die Betrachtung der in verschiedenen Instrumenten gemachten Aufnahmen ganz abweichende Resultate ergeben kann. Man kann z. B., wie Prof. J. Scheiner*) dies an einem Beispiel nachweist, bei Aufnahme desselben Nebels einmal mit einer Porträtlinse von 10 Zentimeter Öffnung und 50 Zentimeter Brennweite, einmal mit einem großen Refraktor von 1 Meter Öffnung und 20 Meter Brennweite, zwei ganz verschiedene Bilder erhalten: im ersteren Falle einen hellen Nebel mit schwachem Stern, im zweiten einen hellen Stern mit schwachem Nebel, falls letzterer überhaupt sichtbar wird.

Die **planetarischen Nebel** stellen kleine, elliptische bis runde, mattleuchtende Scheiben dar, die in Fernrohren mittlerer Größe von beinahe gleichförmiger Helligkeit erscheinen. Ihr Durchmesser beträgt bei den kleinsten Objekten nur wenige Sekunden, so daß sie kaum von einem Stern zu unterscheiden sind. Beim Ringnebel in der Leier ist die große Achse etwa 80″, die kleine etwa 60″ groß. Es ist deshalb sehr schwierig, Einzelheiten an ihnen zu erkennen. In großen Fernrohren und bei photographischen Aufnahmen sind sie als Ringnebel zu erkennen, in deren Mitte ein Sternchen oder eine sternartige Verdichtung sichtbar ist, deren Helligkeit unter Umständen größer als die des äußeren Ringes erscheint. Nach photographischen Aufnahmen kann man feststellen, daß bei planetarischen Nebeln bisweilen die zentrale Verdichtung mit dem Ring durch Nebelstreifen verbunden ist.

Die bemerkenswerte Gleichförmigkeit im Aussehen dieser Ringnebel und der Umstand, daß bei ihnen sehr starke Elliptizität nicht vorkommt, legt den Gedanken nahe, daß man es hier mit fast kugelförmigen oder ellipsoidischen Schalen zu tun hat, die in der Mitte ein Kern besitzen; die Ringform, d. h. die größere Helligkeit der äußeren Teile, würde dann dadurch zu stande kommen, daß man hier die Strahlung von einer viel dickeren Schicht erhält als in den mittleren Teilen. Es hält schwer, eine Entscheidung über den Charakter der Zentralsterne in den planetarischen Ringnebeln zu fällen, ob sie als Sterne oder als nebelige Verdichtungen aufzufassen sind. Wahrscheinlich sind sie (nach Scheiner) als verhältnismäßig sehr stark verdichtete Nebelmassen anzusehen, die aber von so geringem Durchmesser sind, daß sie in vielen Fällen als Stern erscheinen.

Auf einen bemerkenswerten Nebel, den **planetarischen Ringnebel in der Andromeda** (Nr. 7662 im Generalkatalog von Dreyer) mit veränderlichem Kern lenkt Dr. F. S. Archenhold die Aufmerksamkeit.**) In einem kleineren Fernrohr erscheint er wie eine schmale runde Scheibe von bläulichgrüner Färbung. Auf einer von Barnard (Monthly Notices, Bd. 38) veröffentlichten Zeichnung sieht man eine schwach elliptische Scheibe mit scharfer Umgrenzung. Im Innern und außen sehen wir einen schmalen hellen Ring, der mehr oder weniger unterbrochen ist. Während der innere Ring eine ausgesprochen blaugrüne Färbung zeigt, ist die dunklere Scheibe des Nebels schwach rötlich gefärbt. Der nördliche Teil des inneren Ringes ist die hellste Partie des ganzen Nebels.

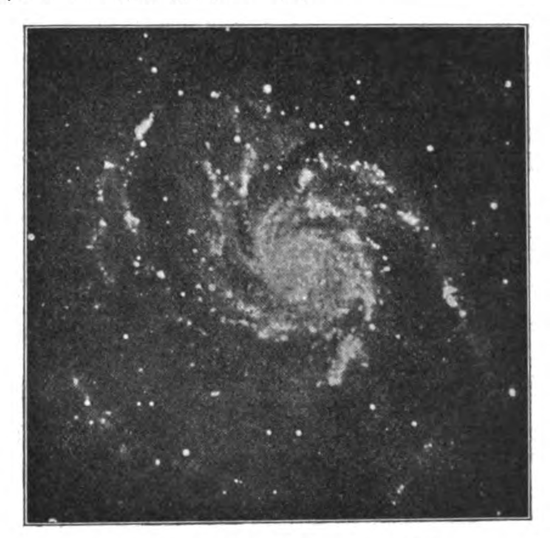
*) Populäre Astrophysik, 2. Aufl. Leipzig u. Berlin 1912.
**) Das Weltall, 12. Jahrg. (1912), Heft 18.



In der Mitte dieses inneren Ringes befindet sich ein veränderlicher Kern, kaum unterscheidbar von einem Nebel. Er ist bisweilen von hellgelblicher Farbe, zumeist aber sehr schwach und farblos. Barnard vermutete schon im Jahre 1897 die Veränderlichkeit dieses Kernes; er hat ihn jetzt weiter beobachtet und kommt zu dem Schluß, daß dieser Kern um mindestens drei Größenklassen schwankt, oft als ein gelblicher Stern 12. Größe erscheint und alsdann wieder ganz unsichtbar wird oder sehr schwach leuchtet. Die Periode von einer bis zur nächsten größten Helligkeit muß zwischen 25 und 29 Tagen, vielleicht etwa 28 Tage, betragen, und zwar scheint der Stern in seiner größten Helligkeit nur einige Tage zu verharren. Barnard zeigte den Nebel am 6. August 1904 Herrn Prof. Turner von Oxford. Trotz guter Luftverhältnisse sahen beide nicht die geringste Spur von dem Kern. Er muß an diesem Tage unter 16. Größe gewesen sein.

Auf Photographien, die Barnard in den Jahren 1899 und 1900 auf einer sehr empfindlichen Cramerplatte gemacht hat, waren die feineren Einzelheiten des Nebels trotz langer, bis zu $2^1/_2$stündiger Expositionszeit nicht zu erhalten. Der innere hellere Ring zeigte jedoch dieselben Unterbrechungen auf der Photographie wie im Fernrohr. Auf den Photographien zeigten sich ferner einige fadenartige Linien, die sich auf der Innenseite des Ringes zum Kern hinzogen und beim Blick durch das Fernrohr nie zu sehen waren. Auch schien der Kern nicht genau im Zentrum des inneren Ringes zu liegen, sondern nach der östlichen Seite verschoben. Wenngleich auch bei dem Ringnebel in der Leyer eine zentrale Verdichtung zeitweise gesehen worden ist und dann wieder verschwand, so ist doch hier zum erstenmal eine regelmäßige Lichtveränderung des Kernes eines Nebels festgestellt worden. Entdeckt wurde dieser bemerkenswerte Nebel von William Herschel im Jahre 1784. Es wäre wünschenswert, nunmehr diesen Nebel unter beständiger Kontrolle zu halten, um eine genaue Bestimmung der Lichtschwankung seines merkwürdigen Zentralsternes festzustellen. Am äußeren Rand in der nördlichen Partie des Nebels steht außerdem noch ein schwacher Stern 16. Größe.

Photographische Spektralaufnahmen des Ringnebels in der Leier mittels eines spaltlosen Spektralapparats am großen Reflektor der Sternwarte Heidelberg hatten früher die Bilder des Ringes in den einzelnen Lichtgattungen (Spektrallinien) in ungleicher Größe geliefert. Zur Prüfung dieses Ergebnisses, das auf ungleiche Schichtung der die einzelnen Linien liefernden Stoffe hinweist, hat Prof. Wolf im September 1910 und Juli 1911 Aufnahmen mit 14·6- und 20stündiger Belichtung gemacht, wobei neben dem Ringspektrum das Spektrum eines vom Teleskopspiegel selbst reflektierten Sternbildes photographiert wurde. Die Spektrallinien des Ringes stellen sich als Doppelpunkte dar, entsprechend den je zwei Schnittpunkten des Spektroskopspaltes mit dem Nebelring. Die Entfernungen der einzelnen Punktpaare sind verschieden, während die Linien des Vergleichsternspektrums normal abgebildet wurden. Daher kann als bewiesen gelten, daß tatsächlich im Ringnebel verschiedene Lichtarten das Maximum ihrer Ausstrahlung in verschiedenen Höhenschichten liegen haben, und daß Stoffe, die die verschiedenen Lichtarten aussenden, sich mit ihren Hauptmengen in verschiedenen Abständen von der Mitte des Gebildes befinden. Ähnliches haben wir auf der Erde und Sonne; der Unterschied ist nur der Hohlraum im Innern des Ringnebels. Das Spektrum des schwachen Zentralsternes ist in den Aufnahmen als feiner Längsstrich sichtbar und erscheint kontinuierlich. Das schwache Licht des Hohlraumes besteht fast ausschließlich aus der Strahlung von der Wellenlänge λ 469, das Licht des eigentlichen Ringes aus λ 373, während die anderen Lichtarten, so die der Hauptnebenlinien λ 501, 496, des Wasserstoffes usw. aus den Zwischenschichten stammen (Nat. Rundsch. 1912, Nr. 10).



Photographie eines Spiralnebels im Großen Bären.

Zu den von Prof. Wolf*) spektroskopisch untersuchten Nebelflecken gehören auch zwei planetarische Nebel im Drachen und im Ophiuchus. Auf mehreren 10- bis 12stündigen Aufnahmen ließen sich die Wellenlängen von 45 Spektrallinien messen. Unter ihnen befinden sich 13 Wasserstofflinien, 7 Heliumlinien und 7 eigentliche Nebellinien, die mit Ausnahme von zweien nach einer Theorie von J. W. Michelson alle einem einzigen, einfach gebauten chemischen Elemente zugeschrieben werden können, das auf Erden bis jetzt noch nicht entdeckt worden ist. Diese hypothetische Substanz wurde Nebulium (Nu) genannt. Die zwei Ausnahmen sind die Linien λ 4686, sie ist bisher nur am Himmel, und zwar bei den Wolf-Rayetsternen (Sternklasse IIb mit gleichzeitig dunkle und helle Linien enthaltenden Spektren) und bei Nebeln gefunden, und λ 3729. Die erstere macht, wie oben erwähnt, den größten Teil des Lichtes im dunkeln Innern des Lyranebels aus, während λ 3729 vom Nebelring selbst kommt. Letztere Linie ist bei dem planetarischen Nebel im

*) Sitzungsberichte der Akad. der Wissensch. Heidelberg, math.-nat. Klasse, 35. Abh.

Ophiuchus, den *Pickering* einem Stern 2·9. Größe gleich schätzt, viel heller als beim Nebel im Drachen, der an Helligkeit nur einem Sterne 5·3. Größe gleichkommt. Die zentral verdichteten Mitten der beiden Nebel liefern wieder kontinuierliche Spektra, die dadurch besonders merkwürdig sind, daß die Intensitätsverteilung darin zwei Maxima zeigt.

Außer den planetarischen und Ringnebeln rechnet man zu den wirklichen Nebelflecken noch die großen, weit ausgedehnten Nebel von komplizierter und ganz unregelmäßiger Struktur. Durchweg zu den *Sternhaufen* gehören die am häufigsten vorkommenden rund oder elliptisch geformten Nebelgebilde mit allmählich nach der Mitte zunehmender Helligkeit — viele von ihnen sind im Fernrohr direkt auflösbar — sowie endlich noch die Spiralnebel.

Die Klasse der *Spiralnebel*, also der fernen Fixsternsysteme, ist zahlreich am Himmel vertreten, und bei manchen von ihnen ist die Kenntnis der spiraligen Struktur wie beim Andromedanebel erst durch die Hilfe der Photographie gewonnen worden. Nach der von *Scheiner* aufgestellten und vertretenen Ansicht ist das Andromedasystem ein Sternsystem für sich, von der gleichen Ordnung, wie unser gesamtes Fixsternsystem. Die innerhalb und außerhalb des Andromedasystems befindlichen zahlreichen Sterne gehören also noch zu unserem System, und wenn wir letzteres als Weltall im engeren Sinne betrachten, so sehen wir im Andromedanebel ein anderes isoliertes All vor uns. Es ist ein weiter Schritt von dem schwachen, verwaschenen Fleckchen, als welches der Andromedanebel dem bloßen Auge erscheint, bis zu den Ergebnissen und Anschauungen, die aus den photographischen Aufnahmen gewonnen sind.

Im Anschluß an eine Arbeit von *Very*,*) der die *Spiralnebel als ferne Milchstraßensysteme* betrachtet, teilt Prof. Max *Wolf* einige Berechnungen über die *Entfernung der Spiralnebel* mit.**)

Die Spiralnebel, schreibt Prof. *Wolf*, möchte ich ebenfalls für ferne Milchstraßensysteme ansehen. Der Grund, der uns längere Zeit von dieser Annahme abgeschreckt hat, war die Feststellung, daß die Spiralnebel bezüglich der Hauptebene der Milchstraße systematisch verteilt erscheinen. Man kann aber ebenso gut annehmen, daß die Stromebene unserer Milchstraße durch die Anordnung der Gesamtheit der Spiralnebel bedingt sei, als umgekehrt; ähnlich wie sich bevorzugte Stromebenen in den Nebelhaufen im Perseus und in der Coma (Haar der Berenice) nachweisen lassen.

Nimmt man an, daß die Spiralnebel außerhalb der Milchstraße gelegene Systeme sind, dann bietet uns ihre Struktur einen Weg, um ihre Entfernung zu schätzen, indem man die *Höhlen* in unserem Milchstraßensystem mit jenen der größeren Spiralnebel vergleicht. Dabei wird angenommen, daß die Höhlenbildung in allen Gebilden durchschnittlich die gleichen Dimensionen besitzt, wenn man Längshöhlen und Querhöhlen sondert.

*) Astron. Nachr. Nr. 4536.
**) Astron. Nachr. Nr. 4549.

Aus einer Anzahl Messungen auf seinen Reflektoraufnahmen, wobei die äußerste Windung und die Mitte der Spiralen unbeachtet blieben, fand M. *Wolf* unter Zugrundelegung des Nebels M 31 Andromedae für einige nahe Spiralnebel folgende Mittelwerte (L.-H. bedeutet: aus den Längshöhlen, Qu.-H. aus den Querhöhlen berechnet):

Nebel	Durchschnittliche Breite der		Relative Entfernung aus den	
	Längshöhlen	Querhöhlen	L.-H.	Qu.-H.
M 31 Andromedae...	70″	18″	1·0	1·0
M 33 Trianguli	25″	6″	2·8	3·0
M 81 Großer Bär...	13″	$3^1/_2$″	5·4	5·1
M 101 Großer Bär..	8″	2″	9	9
M 51 Jagdhunde	7″	$1^1/_2$″	10	12
H_5 24 Comae.......	5″	(?)	14	(?)
H_4 76 Cephei	5″	1″	14	18
H_1 56 im Löwen	4″	1″	18	18

Diese Messungen sind infolge der unzureichenden Größe des verwendeten Reflektors allerdings noch recht unsicher. Aus der Vergleichung der Höhlenbreiten in anderen Spiralnebeln mit jenen des Andromedanebels (M 31) erhält man so unmittelbar die in den beiden letzten Rubriken eingetragenen relativen Entfernungen dieser Gebilde. Um die *wirklichen* Entfernungen der Spiralnebel zu bestimmen, müßten wir nun diejenigen einiger Milchstraßenhöhlen kennen.

Die Arbeiten *Campbells* haben es wahrscheinlich gemacht, daß die Heliumsterne des großen Gasnebels im Orion bei einer Parallaxe von 0″·008 sich in etwa 500 Lichtjahren Abstand befinden. In der Gegend des Orionnebels, der selbst in einer Längshöhle steht, beträgt nach Prof. *Wolfs* Schätzungen die Breite der Längshöhlen etwa 72′, die der Querhöhlen 20′. Unter der Annahme, daß die Höhlenbildung im Orionstrome ungefähr dieselben Durchschnittsdimensionen wie in den Spiralnebeln besitzt, ergibt sich folgende Entfernung der oben zusammengestellten Nebel in Lichtjahren:

Nebel	aus L.-H.	aus Qu.-H.
M 31	$3{\cdot}1 \times 10^4$	$3{\cdot}3 \times 10^4$
M 33	$8{\cdot}6 \times 10^4$	$10{\cdot}0 \times 10^4$
M 81	17×10^4	17×10^4
M 101	27×10^4	30×10^4
M 51	31×10^4	42×10^4
H_5 24	43×10^4	—
H_4 76	43×10^4	60×10^4
H_1 56	54×10^4	60×10^4

Der Andromedanebel wäre also etwa 32.000 Lichtjahre von uns entfernt.*)

*) Unter einem *Lichtjahr* versteht man die Strecke, zu deren Durchmessung das Licht ein Jahr gebraucht, nämlich 9463 Milliarden Kilometer. Beträgt die jährliche Parallaxe eines Sternes eine Bogensekunde (1″), so ist er 4 Billionen Meilen von uns entfernt, das Licht bedarf zur Zurücklegung dieser Strecke $3^1/_4$ Jahre.

Die Nova Persei (siehe Jahrb. I, S. 14) möchte Prof. Wolf räumlich in den breiteren (südlichen) Strom des Perseus verlegen. In ihm beträgt die durchschnittliche Breite der Längshöhlen 120′, diejenige der Querhöhlen 30′. Würde man für die Nova Persei die von Very benutzte Parallaxe von 0″·05 nehmen, so ließe sich gar keine Übereinstimmung mit den aus den Orionhöhlen gewonnenen Nebelabständen erzielen. Dagegen erzielt man eine ganz gute Übereinstimmung, wenn man die Heidelberger Parallaxe 0″·01 für die Nova Persei annimmt.

Obwohl weit entfernt, den obigen Distanzschätzungen der Spiralnebel einen sicheren Wert beilegen zu wollen, möchte Prof. Wolf doch, der großen Merkwürdigkeit halber, die Durchmesser der Spiralnebel zusammenstellen, wie sie sich aus den oben ermittelten Entfernungen berechnen. Diese Durchmesser fallen nämlich unerwartet klein aus.

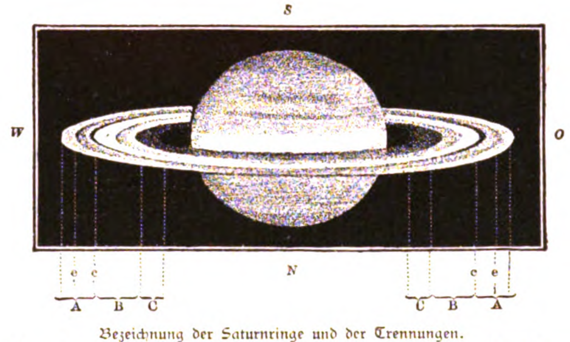
Nebel	Abstand in Lichtjahren	Scheinbarer Durchmesser	Durchmesser in Lichtjahren
M 31	33×10^3	120′	$1·1 \times 10^3$
M 33	94×10^3	54′	$1·5 \times 10^3$
M 81	172×10^3	18′	$0·9 \times 10^3$
M 101	289×10^3	18′	$1·5 \times 10^3$
M 51	370×10^3	10′	$1·1 \times 10^3$
H_5 24	500×10^3	15′	$2·2 \times 10^3$
H_4 76	522×10^3	7′	$1·1 \times 10^3$
H_1 56	578×10^3	8′	$1·3 \times 10^3$

Der Saturnring.

Der Ring, diese vom kosmogenetischen Standpunkte aus so anziehende Zutat zum Planeten Saturn, ist und bleibt vorläufig ein phänomenales Rätsel. Eine befriedigende Erklärung für ihn gibt es weder mechanisch noch auch nur optisch. Wahrscheinlich bestehen gerade für den einfachen Tatbestand des Vorhandenen, für das, was sich dem beobachtenden Auge bietet, noch recht wesentliche Schleier, die eben die wahre Gestalt der Dinge so verhüllen, daß man heute nicht einmal in den Äußerlichkeiten klar sieht.

Zur Bekräftigung dieser seiner Ansicht stellt Ph. Fauth*) die gar nicht überflüssige Frage, wie denn eigentlich dieser Ring im Fernrohr aussieht. Wer die ziemlich große Reihe veröffentlichter Saturnansichten mustert und durch eigenes Urteil sich ein Bild von der Leichtigkeit oder Schwierigkeit derartiger Beobachtungen machen kann, findet es zwar begreiflich, daß über so feine Feststellungen wie etwa die Helligkeitsverteilung auf der Ringebene mehrere Beobachter verschiedener Meinung sein können; aber es bleibt doch noch verwunderlich, daß gerade astronomische Autoritäten mittels moderner Refraktoren gelegentlich so ungemein wenig haben bestimmt wahrnehmen können.

Die Zeichnungen des Planeten Saturn weisen manche Widersprüche auf, die man aufklären sollte, ehe man daran denkt, die wahre Natur dieses Systems, besonders des Ringes, zu ergründen. Was wir ganz genau über das Aussehen des Ringes wissen, ist wenig: Die dreiteilig aufzufassende Ringfläche ist von der Cassini-Linie nach außen schmäler als nach innen; die Fortsetzung gegen die Saturnkugel (Ring C) ist sehr blaß und hebt sich nur wenig vom Himmelsgrunde ab; Ringzone A ist düster, Zone B (innerhalb der schwärzlichen Linie) mindestens dreitönig: zunächst der Linie weißgelb, dann breiter gelblich, dann cremefarben, im ganzen aber die hellste Partie des ganzen Systems. Die Cassini-Linie ist eine absolut scharfe, fast schwarze Region, deren Auffassung als „Trennungsspalte" genau so unberechtigt sein kann, als es die Auffassung von Mars-Netzlinien als „Kanäle" war. Jener Ausdruck brachte auch ebensolche Verwirrung der Begriffe wie dieser und muß unzweifelhaft in dieselbe Sackgasse führen. Es existiert eben einfach eine „Linie", deren Wesen noch



Bezeichnung der Saturnringe und der Trennungen.
A = äußerer heller Ring, B = innerer heller Ring, C = dunkler oder Schleier-Ring. e = Enckesche Trennung, c = Cassinische Trennung.

unsicher ist, die aber am wenigsten eine glatte Schnittlinie im Ring sein dürfte. Dagegen spricht alles: der Anblick, die Himmelsmechanik und die Projektionsform des Gebildes im Laufe eines Saturnjahres.

Hinsichtlich der Untertönungen der Zonen und der sogenannten Ringteilungen sind große Differenzen zwischen den Beobachtern vorhanden. Zunächst sehen nicht alle den Ring A dunkler als B, was Fauth als einen großen Fehler bezeichnet, denn der Helligkeitsunterschied falle schon in ganz kleinen Fernrohren auf. Außer der Cassini-Linie gibt es nur noch eine weitere Linie, deren Dasein und Bestand keinem ernsten Zweifel begegnen mag; sie ist nach ihrem Entdecker Encke genannt und liegt etwa mitten auf dem A-Ringe. Die zahlreichen anderen und fast immer feineren Grenzlinien zwischen je zwei Farb- oder Lichttönen beruhen vielleicht nur auf Kontrastwirkungen an der Grenze, wo zwei Helligkeitsstufen scharf aneinander stoßen. Die Entscheidung, ob Wirklichkeit, ob bloße Kontrastwirkung, ist sehr schwer und wird von verschiedenen Forschern, wie Fauth des näheren nachweist, sehr verschieden getroffen. Da ist wohl die Mahnung berechtigt, im Deuten vorsichtiger zu sein und erst einmal den allergröbsten Tatbestand sicherzustellen. Und dazu gehört in erster Linie, daß man einmal versuchsweise mit den sogenannten „Trennungsspalten" aufräumt.

*) Mitteil. der Vereinig. von Freunden der Astron., 22. Jahrg. 1912, Heft 4.

Saturn selbst ähnelt in einigen Beziehungen seinem mächtigeren Nachbarn Jupiter: auch er ist mehrfach dem Äquator parallel gestreift. Da er aber fast doppelt so weit von der Sonne entfernt kreist, so ist seine Oberfläche nur etwa ein Viertel so stark beleuchtet; und diesen blassen Planeten sehen wir auch in Oppositionen doppelt so weit entfernt wie Jupiter. Treten schon auf diesem die feineren Details leicht zurück, so ist bei Saturn nur wenig zu erwarten. Die Oberflächenzeichnung der Kugel ist denn auch nur dürftig: Ein dem Äquator paralleler Gürtel und eine undeutlich abgesetzte Polkappe ist so ziemlich alles, was man gezeichnet findet. Wo sich Abweichungen finden, ist die Sache recht unsicher. So muß man schon zufrieden sein, wenn der Gürtel doppelt erscheint; gewöhnlich wird er nur gekörnt (granuliert) gesehen, wenige Beobachter erkennen wolkige Verdichtungen. Somit ist heute noch unsicher, welche Rotationsperiode Saturn im ganzen oder welche Perioden seine verschiedenen Breiten besitzen.

Seine eigenen Beobachtungen am neuen 16=zölligen Medial faßt Ph. Fauth in folgenden Sätzen zusammen:

Saturn besitzt auch auf der Südhalbkugel über der recht hellen Äquatorzone einen breiten Doppelgürtel, dessen nördlicher Bestandteil dunkler ist. Zwischen den beiden tiefer eingetönten Rändern liegt nicht eigentlich ein Riß, wie öfter in den Jupitergürteln, sondern die Innensäume scheinen zu einer wellig begrenzten matthellen Zone zu verschwimmen. In diesen Regionen hofft man Gelegenheit zu Rotationsbestimmungen zu finden. Die gemäßigte Zone ist noch ziemlich hell; dann folgt ein schmäleres graues Band, das mit einer folgenden düsteren, aber deutlich begrenzten Zone zur ebenfalls gut abgesetzten Kalotte (Polarkappe) überleitet. Die helle Äquatorzone dürfte im Äquator selbst durch ein feines Streifchen ausgezeichnet sein. Über der ganzen Scheibe liegt ein warmer, orangefarbener Ton, nicht so hart wie das Rot der Marsscheibe; der Ton sticht gut von dem fahlen Gelb und Weißgelb des Ringes ab. Der griesige oder flockige Bau des Hauptgürtels konnte mangels guter Luft nur unsicher geschätzt werden, scheint aber vorhanden zu sein.

Der Ring zeigte, weil die Luft zu unruhig, nur die allgemeine Abstufung: C wie Zigarrenrauch, aber wohlbegrenzt; B innen zuerst rauchgrau mit Stich nach orange, das mittlere Drittel blaßgelblich, die äußere Zone weißlich; A zunächst der Cassini=Linie mit schmälerem, weißlichem Saum, dann gleichmäßig grau mit ein wenig nach außen neben der Mitte liegender „Bleistiftlinie" (Enckesche Linie). — Die Farben= und Lichtabstufung ist um so klarer zu erkennen, als das Planetenbild absolut farbenfrei bleibt aus Ursache vollkommener Achromasie des optischen Systems. Die Vergrößerung war bei voller Öffnung 434fach.

Zuletzt berührt Fauth noch die wichtige Frage, wie sich der Umriß des Schlagschattens der Saturnkugel auf dem Ringe darstellt. Es ist unmöglich, sich hier kurz zu entscheiden. Gerade bei den besten Bildern, die er im $6^1/_2$=, 7= und $7^1/_2$=Zöller, in Reflektoren und im Merz=10=Zöller hatte, schien ihm der Eindruck einer geometrisch richtigen Projektion mit glattem, rundem Verlaufe des Schlagschattens gegeben — also keine Abweichung. Schwierig war es jedesmal schon bei geringer Luftunruhe, die „Tropfenbildung" für das Auge und Gefühl loszuwerden. Dieses Zusammenfließen der Schwärze tritt dort ein, wo die feine Cassini-Linie den Kugelschatten berührt.

Ferner ist der Ring zu jenen Zeiten, da die Erde durch seine Ebene geht und er höchstens als Lichtlinie zu erkennen ist, von Lichtknoten besetzt gesehen worden, aus denen man geschlossen hat, daß er von verschiedener Dicke sein möchte. Nur ist es schwer, wenn nicht unmöglich, sich eine Ringkonstruktion vorzustellen, die fähig wäre, gerade solche „Knoten" auftreten zu lassen. Wahrscheinlich entstehen diese in der fast zur Lichtlinie verschmälerten Ringprojektion, wenn die hellsten, reflexionsfähigsten Zonen sich gerade noch von den matteren Zonen abheben können. Das wäre dann eine Irradiationserscheinung.

Eine Sicherheit über die wahre Form des Kugelschattens und die Gestaltung der Ringebene des Planeten kann nur durch absichtliches und zielbewußtes Zusammenwirken geeigneter Kräfte und Instrumente gewährleistet werden. Ohne Gewißheit hierin tappt auch die Theorie und die kosmologische Betrachtung im Dunkeln. Dennoch kann die Theorie es nicht lassen, auch auf der noch unsicheren Grundlage ihre Deutungsversuche aufzubauen. Einen neuen derartigen Versuch macht Adrian Baumann*) in einem Aufsatz „Eine Vermutung über den Ring des Saturn".

Das optische Verhalten der glänzenden eigentlichen Ringe läßt auf die Anwesenheit sehr kleiner Körper schließen. Es ist aber deshalb nicht nötig, daß der ganze Ring aus solchen Körperchen bestehe; vielmehr können die anders zusammengesetzten Ringe auch nur von solchen Körperchen umgeben sein. Die letztere Annahme müssen wir machen, da wir die Erscheinungen durch die Annahme von lauter kleinen getrennten Körperchen nicht erklären können. Denn da die Ringe in derselben Ebene liegen und genau ineinander passen, verlangen sie eine einheitliche Erklärung und noch dazu eine Erklärung der Trennungen und der Art des Vorganges. Dann ist auch die Tatsache zu beachten, daß die Ringe für ihre Umdrehung zum Teil weniger Zeit brauchen als der in $10^1/_4$ Stunden Tag und Nacht vollendende Planetkörper selbst.

Denken wir uns den Saturn in der Urzeit, als seine Gashülle viel ausgedehnter und wärmer war als heute und noch das ganze vorhandene Wasser in Dampfform enthielt. Diese ausgedehnte Atmosphäre kann nicht mit dem Kern in gleicher Zeit eine Achsendrehung vollführt haben; denn in diesem Falle wäre die Zentrifugalkraft der äußeren Gasmassen größer gewesen als die Anziehung seitens des Planeten. Die Massen mußten sich also so weit entfernen, bis diese beiden Kräfte einander das Gleichgewicht hielten. Dabei nahm die Geschwindigkeit etwas ab und die zur Umdrehung benötigte Zeit zu. Als dann der Wasserdampf flüssig

*) Das Weltall, 12. Jahrg., Heft 19.



zu werden begann, mußten sich die frei schwebenden Wassertropfen infolge ihrer gegenseitigen Anziehung in der Äquatorebene zusammenfinden. Ein Fallen auf den Planetkern wurde durch den Zentrifugalbestandteil ihrer Geschwindigkeit verhindert. Es entstand also im Laufe eines sehr langen Zeitraumes ein Ring aus Wasser. Da sich der Wasserdampf zuerst in den äußeren kühlsten Schichten der Atmospäre verdichtete, konnte sich dieser Ring in der Äquatorebene zuerst in den von der Achse entferntesten Teilen des Gasraumes bilden. Mit fortschreitender Abkühlung setzte sich dann nach innen zu immer mehr Wasser an.

Wie im benachbarten Gasraum war zuerst auch im Wasserring die zur Umdrehung nötige Zeit außen wesentlich größer als innen. Im Wasser war aber der Zusammenhang der Moleküle und die innere Reibung schon viel bedeutender als in der Luft; durch die inneren Teile mit kürzerer Umlaufszeit wurden daher die äußeren beschleunigt. Dieser größeren Geschwindigkeit entsprach aber eine Verstärkung der Zentrifugalkraft und eine größere Entfernung von der Achse. Daher vergrößerte sich der äußere Durchmesser des Wasserringes beständig; zugleich nahm die Geschwindigkeit und der Durchmesser der inneren Teile dieses Ringes ab. Es waren also Kräfte tätig, den Wasserring zu einer dünnen Scheibe zu gestalten, deren äußerer Durchmesser in immer dünnere Luft hinauswuchs.

Mit zunehmender Abkühlung kam dann das Wasser zum Gefrieren, und zwar zuerst die äußeren Teile in der dünneren Luft. Es bildete sich also außen um das Wasser eine Ringscheibe aus Eis mit einheitlicher Umdrehung. Wie dieser Eisring nach innen wuchs, wie er infolge seiner größeren Entfernung vom Kern langsamer laufen mußte als der damit in Verbindung stehende äußere Rand des innen noch vorhandenen Wasserringes; wie es dabei zu einer Trennung in mehrere konzentrische Ringe kam und sich infolge kosmischer oder planetarischer Einflüsse nach innen zu weitere Eisringe bildeten — das möge man an Ort und Stelle nachlesen. Die allmählich zum Planeten sinkende Luft ist jetzt am inneren Durchmesser der Ringe zu suchen, und der dort befindliche durchsichtige Florring dürfte als Gasraum zu bezeichnen sein, der dazu eine unbekannte Menge von Fremdkörpern enthält. Der ganze Ring kann noch von einer leichten Hülle von Gasen umgeben sein, und es ist anzunehmen, daß Eis, Kohlensäure und andere Stoffe als sehr kleine Körnchen neben dem Ringe umlaufen und uns dessen Beobachtung erschweren. Ob die einzelnen Ringe noch aus einem Stück bestehen, oder ob besonders der äußere älteste Ring Risse aufweist, die infolge der bekannten Eigenschaften des Eises an den Druckstellen wieder verschweißt sind, bleibt unentschieden. Obwohl B a u m a n n einzelne Einwände gegen seine Theorie schon zu widerlegen versucht, werden gewichtige Gründe der Astronomen dagegen kaum ausbleiben.

Gegenüber dieser Auffassung vom Wesen des Saturnringes tritt Dr. A. K ü h l*) für die ältere Erklärung ein.

*) Mitteil. der Vereinig. von Freunden der Astron., 22. Jahrg., Heft 6.

Zugegeben, daß der Planet Saturn von einem flachen, leuchtenden Ringe umgeben ist, was ja keinem Zweifel unterliegt, so erhebt sich die Frage: woraus besteht dieser Ring? Möglich ist nach unseren physikalischen Kenntnissen ein fester, flüssiger oder gasförmiger Zustand. Schon L a p l a c e hat nachgewiesen, daß ein fester Ring, möge er auch noch so genau ausbalanciert sein, sich nicht im stabilen Gleichgewicht befinden kann; d. h. er müßte bei der geringsten Störung, etwa der Anziehung eines Saturnmondes, innerhalb sehr kurzer Zeit auf den Planten stürzen. Durch weitere Arbeiten von M a x w e l l, R o c h e, H i r n, P e i r c e wurde erwiesen, daß auch der flüssige und gasförmige Zustand unmöglich ist, denn ein derartiger Ring würde sich in unregelmäßiger Weise mehr und mehr zusammenziehen und schließlich mit dem Planeten zusammenfließen.

Nun hat schon C a s s i n i, allerdings nur in Form einer nicht begründeten Hypothese, behauptet, daß der Ring aus einem dichten Schwarm sehr kleiner Monde oder, wie man heute sagt, k o s m i s c h e r S t a u b p a r t i k e l bestehe. Die Berechnung der Bewegung eines so zusammengesetzten Ringes ist mathematisch außerordentlich schwierig. M a x w e l l vermochte unter gewissen vereinfachenden Annahmen nachzuweisen, daß ein Staubring im stabilen Gleichgewicht bestehen könne. Ein theoretischer Beweis ohne alle Einschränkungen liegt allerdings bis heute nicht vor. Die Theorie gestattet also streng folgende Schlüsse: der Saturnring kann, als Ganzes genommen, weder fest, noch flüssig, noch gasförmig sein; dagegen ist die Möglichkeit eines Staubringes sehr wahrscheinlich.

Daraus, daß der Schatten der Saturnkugel auf dem Ringe völlig schwarz ist, muß man schließen, daß der Ring selbst nicht leuchtet, sondern nur das ihm von der Sonne bezw. der Saturnkugel zugestrahlte Licht reflektiert. Von dieser Tatsache und der Hypothese des Staubringes ausgehend, hat Prof. v. S e e l i g e r eine umfangreiche theoretische Arbeit ausgeführt, deren Gedankengang kurz folgender ist:

Wir betrachten von der Erde aus eine Staubmasse, die von der Sonne beschienen wird. Wenn Sonne, Erde und Saturn sich genau in einer Linie befinden, so fällt der Schatten eines jeden Staubteilchen des Saturnringes in die Sehlinie Erde—Saturn und wird von dem davorstehenden hellbeschienenen Teilchen selber verdeckt, d. h. wir sehen in diesem Falle nur die hell reflektierenden Staubteilchen des Ringes. Bewegen wir nun die Sonne aus der Linie Saturn—Erde heraus, so wird der Schatten jedes Staubteilchens aus der Sehlinie herausgedreht und fällt auf ein Teilchen, das uns in der ersten Stellung hell reflektierend sichtbar war — es muß also die Helligkeit des Saturnringes jetzt geringer sein als vorher. Prof. M ü l l e r in Potsdam führte 14 Jahre lang genaue Helligkeitsmessungen des Saturnsystems durch und konnte so die theoretischen Rechnungen Prof. v. S e e l i g e r s vollkommen bestätigen: die Helligkeit des Saturnsystems beträgt 60 Tage vor und nach der Opposition nur 80 Prozent der Oppositionshelligkeit. Wir schließen: die Helligkeitsänderungen des



Saturnringes sind genau so, als ob der Ring aus einer Staubmasse besteht.

Wenn der Ring staubförmig ist, also aus einem dichten Schwarm winziger Monde besteht, so muß sich trotz aller Störungen in groben Zügen das Keplersche Gesetz über die Umlaufszeiten*) in der Bewegung des Saturnringes aussprechen. Vergleicht man auf Grund des Keplerschen Gesetzes die Umlaufszeit und die Distanz eines Saturnmondes, z. B. des Mimas, mit den Distanzen der Ringabschnitte, so erhält man als Umlaufszeit einer Staubpartikel im Ring A (äußerer Rand) 13·8 Stunden, im Ring B (innerer Rand) 7·5 Stunden. Eine überraschende Bestätigung dieser Zahlen geben die Resultate der spektroskopischen Beobachtungen Keelers. Er fand als Umlaufszeiten derselben Ringränder 15·1 bezw. 7·7 Stunden.

Mittlerweile ist es mit den modernen Riesenfernrohren auch schon gelungen, eine Granulation, eine körnige Beschaffenheit der Ringoberfläche zu erkennen, was ein weiteres Beweisstück für die Auffassung des Saturnringes als Staubring bildet.

Daß die absolut schwarze Cassinische Trennung eine wirkliche Lücke im Ringsystem bildet, wird dadurch bewiesen, daß seit hundert Jahren verschiedene Beobachter durch diese Trennungslinie hindurch bei geeigneter Stellung des Ringes die Ränder der Saturnkugel ohne jede Brechung deutlichst gesehen haben. Wie diese Lücke hat entstehen können, und wie sie sich behauptet, läßt sich noch nicht einwandfrei erklären. Die weißen Säume um die Cassinische Linie sind hauptsächlich physiologische Täuschungen, wogegen es sich bei der sogenannten Tropfenbildung am Ringe um eine außerhalb des Auges liegende, in der Beugung des Lichtes begründete Ursache handelt, denn diese Tropfenbildung ist auch auf photographischen Aufnahmen des Saturn vom Lowellobservatorium deutlich sichtbar.

Ob der Staubring wirklich lange Zeit ohne ersichtliche Störungen fortbesteht, erscheint zweifelhaft. Allerdings ist zur Feststellung solcher Störungen die Beobachtungszeit noch etwas zu kurz; aber gewisse Anzeichen sprechen doch schon dafür. So war der Florring zur Zeit seiner Entdeckung durch Galle ein sehr schwer sichtbares Objekt, während er heute in jedem größerem Fernrohr mit Leichtigkeit gesehen wird. Es erscheint nicht ausgeschlossen, daß er durch Staubpartikel, die ihm aus dem helleren Teile des Ringes zufließen, genährt wird und dadurch an Fähigkeit, das Licht zu reflektieren und sichtbar zu werden, gewinnt. Der Florring ist ebenfalls fast völlig durchsichtig, d. h. nur spärlich mit Staubpartikeln angefüllt; man sieht durch ihn die Konturen der Saturnkugel.

Die planetarische Rotationszeit, deren genaue Kenntnis für manche astronomische Probleme erwünscht ist, ist kürzlich für den Uranus bestimmt worden.**) Da auf der Scheibe dieses Planeten scharfe Flecken nicht zu sehen sind, so war es bisher unmöglich, für ihn eine Rotationsperiode zu berechnen. Jetzt ist es, wie Dr. F. S. Archenhold berichtet, den Astronomen P. Lowell und Slipher auf der Lowellsternwarte gelungen, die Aufgabe auf spektroskopischem Wege zu lösen.

In den letzten 20 Jahren hat der Uranus stets genau seinen Südpol der Erde zugewandt, so daß es nicht möglich war, eine Annäherung oder ein Entfernen einzelner Teile der Planetenoberfläche radial zu bestimmen. Obgleich erst 1923 die günstigste Bestimmung möglich werden wird, war es doch schon 1910, acht Jahre nach dem ungünstigsten Moment, möglich, einen Erfolg zu erzielen. Die Kamera wurde annähernd parallel der scheinbaren Ellipsenbahn der Uranusmonde entweder im Positionswinkel 180^0 oder 360^0 gerichtet. Das mußte geschehen, da die Bahn der einzige Fingerzeig für die Lage des Äquators des Planeten ist, und es ist sehr unwahrscheinlich, daß der Äquator stark von der allgemeinen Bahnebene der Satelliten abweichen kann. Beim Uranus besonders ist dies nicht anzunehmen, da auch die Bahnebenen der Uranussatelliten alle untereinander übereinstimmen. Die Bewegungsrichtung der Satelliten in ihren Bahnen ist rückläufig, ihre Umlaufszeiten betragen 2·5, 4·1, 8·7 und 13·5 Tage.

Die Differenz der Schwankungen, die Lowell zwischen den Linien des Uranusspektrums und denen des Vergleichsspektrums fand, betrug $1^0\ 4'$. Aus Aufnahmen des Spektrums in den Monaten August und September 1911 ist es Lowell nunmehr gelungen, die Rotationsperiode für Uranus unter Zugrundelegung einer Durchmessergröße von 48.600 Kilometern auf $10^3/_4$ Stunden zu bestimmen. Jedoch geschieht die Bewegung rückläufig, so daß die Drehung nicht wie bei unserer Erde von West nach Ost, sondern umgekehrt vor sich geht. Es ist bemerkenswert, daß diese kurze Rotationszeit auch mit der großen Abplattung des Uranus, $^1/_{14}$ bis $^1/_{12}$, in Übereinstimmung steht. Unter Annahme der Abplattung um $^1/_{15}$ würde als Rotationszeit des Uranus 11 Stunden gefolgert werden müssen. Vielleicht wird es in Zukunft einmal möglich sein, diese auf spektrographischem Wege erhaltene Rotationszeit von $10^3/_4$ Stunden durch direkte Beobachtung von Flecken zu bestätigen.

An einem uns viel näher gelegenen Objekt, dem Mondkrater Taquet, der am Südrande des Mare Serenitatis fast südlich vom Krater Plinius liegt, hat Dr. Johannes Kern*) periodische Änderungen von noch ungewisser Natur beobachtet, die aber doch dartun, daß die geologischen Vorgänge auf unserem Trabanten noch nicht zum Abschluß gekommen sind.

Wenn ein Mondkrater sich nahe der Lichtgrenze befindet, die Sonne also für ihn sehr tief steht, so ist sein Inneres mit dem Schatten des Walles ausgefüllt, erscheint also dunkel. Die auffällige Erscheinung beim Taquet ist nun, daß dieser Krater seit dem 15. Februar 1910, kurz nachdem die Sonne für ihn aufgegangen, sich nicht mit schwarzem Schatten erfüllt zeigt, wie es der Fall sein müßte, sondern mit einer das Licht reflektierenden Materie, die den Schattenfall fast ganz oder ganz verhindert, so daß an der Stelle Taquets dann kein Krater

*) Die Quadrate der Umlaufszeiten verhalten sich wie die Kubikzahlen der mittleren Entfernungen vom Zentralkörper.

**) Das Weltall, 12. Jahrg., 20. Heft.

*) Sirius 1911, Heft 5 u. 11; Naturw. Wochenschr., 11 (1912), Nr. 9.

mehr, sondern ein heller Lichtfleck wie ein Berg sich zu befinden scheint. Dabei zeigen aber gleich große benachbarte Krater in ähnlicher Stellung zur Lichtgrenze deutlichen Schattenfall. Im Februar 1910 hielt die Ausfüllung des Kraters mit dieser Materie einige Tage an, später aber war sie bereits am Tage nach dem Sonnenaufgang völlig verschwunden, so daß der Krater durch seinen Schattenfall wieder gut sichtbar wurde. Die Erscheinung nimmt seitdem beständig ab; zwölf Stunden nach Sonnenaufgang waren z. B. in der 16. Lunation (Zeit, in der der Mond die ganze Reihe seiner Phasen durchmacht) seit Februar 1910 nur noch Reste der Materie, in der 18. nichts mehr vorhanden. Die Beobachtung der Erscheinung ist also jetzt nur noch möglich, wenn Taquet sich der Lichtgrenze sehr nahe befindet.

Die Erscheinung ist also in gewissem Sinne von dem Stande der Sonne abhängig, die vorübergehende Ausfüllung des Kraters ist also nur durch eine Materie zu denken, die durch die höher steigende Sonne leicht zum Verschwinden gebracht wird. Es liegt nahe, hier etwa an Wasserdampf zu denken — vielleicht handelt es sich auch um Kohlensäure oder ein anderes Gas —, das durch einen nachvulkanischen Vorgang dem Grunde des Kraters entströmt und bei der niedrigen Temperatur der Mondnacht sich dort in Form von Eis oder Schnee ansammelt. Die Sonnenstrahlen verflüchtigen diese Massen in Form von Nebel, der den Krater ausfüllt und so den Schattenfall verhindert. Die weitere Einwirkung der Sonne vergast dann den Nebel, der Krater erscheint wieder leer und bleibt es während der ganzen übrigen Lunation. Nach Sonnenaufgang, d. h. nach Ablauf eines Monats, beginnt dann das Spiel von neuem, und das wird sich so lange wiederholen, wie das Nachströmen des Dampfes aus dem Grunde des Kraters andauert. Der Vorgang, der diese vermuteten Massen Wasserdampfes oder anderer Gase geliefert hat, kann der Zeit nach nicht sehr weit hinter dem 15. Februar 1910 zurückliegen, da eine Photographie im großen Pariser Mondatlas vom 16. Februar 1899 den Krater kurz nach Sonnenaufgang völlig normal zeigt.

Ähnliche Beobachtungen von rasch vorübergehenden Kraterausfüllungen sind auf dem Monde bereits mehrfach gemacht worden. Neu ist also beim Taquet nur die periodische Wiederkehr seit längerer Zeit.

Auffällig ist die Lage sowohl des Taquet als auch des Posidonius, eines ähnlich tätigen Kraters, in der Nähe des steilen Marerandes, also in der Nähe der Randverwerfungen, wenn man das Mare als ein von Magma überflutetes Bruchfeld auffaßt. Es handelt sich also hier vielleicht um nachvulkanische Vorgänge, die sich im Zusammenhang mit den Bruchspalten abspielen, an denen die Fläche des Mare abgesunken ist. Jedenfalls befördern diese Vorgänge die weitere Entgasung des Mondkörpers.

Im Dunstkreis der Erde.

Die Sommerhitze des Jahres 1911 und die anfangs nicht weit hinter ihr zurückstehende Witterung des Jahres 1912 sind Anlaß zu zahlreichen meteorologischen Erwägungen geworden, die auch der Ursache dieser beiden Tropensommer auf die Spur gekommen zu sein scheinen. Daß der Hitze- und Trockenperiode des Sommers 1911 eine gleiche in 1912 folgen würde, war mehrfach prophezeit worden, nachdem Prof. Dr. Hellmann auf die Eigentümlichkeit heißer Sommer hingewiesen hatte, öfter gruppenweise aufzutreten. „Für den heißen Sommer 1911, der erst nach 36 Jahren seinem Vorgänger 1875 gefolgt ist, ist es deshalb und nach weiteren Analogien mit dem Verhalten früherer sehr heißer Sommer wahrscheinlich, daß nunmehr auch ein oder gar mehrere heiße Sommer folgen werden." Zu den allerwärmsten Sommern der Vergangenheit gehört der denkwürdige des Jahres 1756, in dem der Siebenjährige Krieg begann; fast alle seine Monate zeigten einen zum Teil sehr erheblichen Wärmeüberschuß über den Durchschnitt. Er leitete 15 aufeinander folgende warme Sommer, von 1756 bis 1770, ein. Reihen warmer Sommer waren ferner 1791—1798 (acht), 1778—1783 und 1872—1877 (je sechs), 1826—1828, 1857—1859, 1895—1897, 1904—1906 (je drei). Je zwei warme Sommer folgten zehnmal aufeinander. Wie Prof. O. Bahre feststellt, traten von 80 warmen Sommer 67, also die übergroße Mehrzahl, gruppenweise ein.

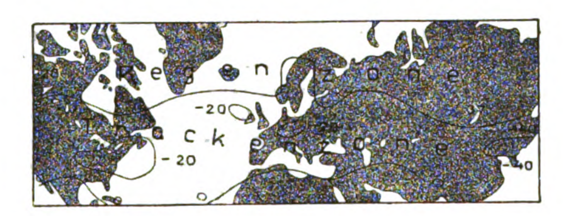
Das Jahr 1911 brachte eine Trockenperiode, die in den Annalen der Witterungsgeschichte einzig dastehen dürfte. Nach den Beobachtungen der Station Frankfurt a. M. fielen vom 1. Januar bis 31. Oktober 1911 nur 50% der normalen Niederschlagsmenge, und ähnlich lagen die Regenverhältnisse in anderen Gegenden Deutschlands. Auch beschränkte sich diese außergewöhnliche meteorologische Erscheinung keineswegs auf Europa, sondern erstreckte sich auf weite Gebiete der ganzen Nordhalbkugel. Der Umstand, daß der mitteleuropäischen Trocken- und Hitzeperiode eine sogenannte Hitzewelle in den Vereinigten Staaten voranging, hat vielfach die Vermutung geweckt, daß diese Hitzewelle über den Ozean zu uns herübergewandert sei. Dr. Wilh. R. Eckardt betont, daß von einem direkten Hinüberwandern solcher Wellen über die ganze Breite des Atlantischen Ozeans bis zu uns nach Mitteleuropa und von hier noch weiter bis ins Innere Rußlands hinein nicht die Rede sein könne. Man kann vielmehr nur sagen, daß die Ursachen, die bei uns sowohl wie auch drüben in Nordamerika Hitze und Trockenheit verursachen, dieselben sind.

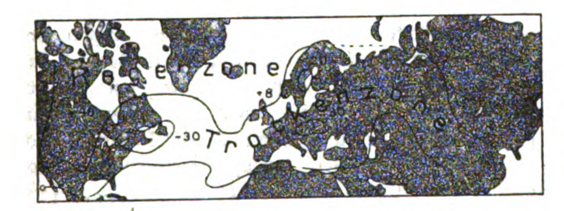
Wenn man also schon von vornherein erwarten konnte, daß ein so außergewöhnliches meteorologisches Phänomen allgemeine fernher reichende Ursachen haben müsse, so haben die Untersuchungen Dr. A. Pepplers diese Annahme vollkommen bestätigt.*) Die deutsche Seewarte veröffentlicht in ihren internationalen Zehntageberichten ein umfangreiches Beobachtungsmaterial, das aus dem Gürtel zwischen 60—70° und etwa 20° nördl. Breite stammt. Nach den in diesen Berichten enthaltenen Regenbeobachtungen hat

*) Naturw. Wochenschr., Bd. 11, Nr. 2; Die Umschau 1912, Nr. 12.

Dr. Peppler den Verlauf der Regenisanomalien des Sommers 1911 bestimmt. Unter Regenanomalien versteht man die Abweichungen der Regenmengen von den normalen Beträgen; Isanomalien sind die Linien, die Orte mit gleichen Abweichungen verbinden. Die Isanomalie von 0 Millimeter, also die Linie normalen Niederschlags, scheidet also die Gebiete übernormaler Niederschläge von den Regionen spärlicher Regen.

Kärtchen, welche den Verlauf der Regenisanomalien des Sommers 1911 und auch noch des darauffolgenden Winters angeben, zeigen die überraschende Erscheinung, daß die Trockenperiode 1911 wie ein Gürtel die ganze Nordhalbkugel in den gemäßigten Breiten umfaßte. Gerade die fruchtbaren Kulturländer der Nordhalbkugel fallen in den Bereich dieses Trockengürtels. Es ist, als habe der Wüstengürtel der Subtropen, der sich in der Breite von Nordafrika ausspannt, sich nordwärts nach den gemäßigten Breiten verlagert. Besonders ausgeprägte Trockenzentren zeigen sich an den Ost- und Westrändern der großen Kontinente Nordamerika und Eurasien. Ein Gebiet mit einem Regenausfall von 20 bis 30 Millimeter und mehr überdeckt den Osten der Vereinigten Staaten, ein anderes, zeitweise noch intensiveres Trockenzentrum befindet sich über der Mandschurei und Korea, ein drittes endlich bedeckt Deutschland und die Nachbargebiete. Diesen ausgedehnten Gebieten mit unternormalen Regenmengen stehen in höheren Breiten ebenso ausgedehnte Regionen allzu reichlicher Regen gegenüber. Hieher gehören Kanada, der nördliche Teil des Nordatlantik, Nordeuropa und Nordasien. Und ebenso scheinen die Wüstengebiete der Nordhalbkugel im Jahre 1911 mehr Regen, als dem normalen Mittel entspricht, erhalten zu haben. Ebenso scheint auch auf der Südhalbkugel eine ähnliche Verschiebung der Wüstengürtel stattgefunden zu haben, wenn auch das Beobachtungsmaterial hier zur Erlangung voller Gewißheit nicht ausreicht.





Isanomalien des Niederschlages 1911, oben 1.—10. Juli, unten 1.—10. August.

Der allgemein auf der Nordhalbkugel beobachteten Verschiebung der Regengebiete lag eine ähnliche Verlagerung der Druckverteilung zu Grunde. Sowohl das subtropische Hochdruckgebiet der Azoren als auch das des Nordpazifik hatten sich 1911 anormal weit nach Norden ausgebreitet; man kann eine Nordwärtsschiebung des azorischen Aktionszentrums von etwa 9 Grad berechnen. Die kühlen, regnerischen Sommer der vergangenen Jahre ließen sich auf eine Südwärtsverschiebung der subtropischen Hochdruckgürtel zurückführen. Die Druckverschiebungen 1911 hatten zur Folge, daß auch die Zyklonen der gemäßigten Breiten, die in dem bekannten von West nach Ost um den Pol kreisenden Luftwirbel treiben, nach Norden gedrängt wurden. Hiedurch gerieten die Nordränder der Kontinente in den Bereich dieser Zyklonen und erhielten anormal starke Regengüsse, während in normalen Zeitläuften diese Regionen sich auf der weniger regenreichen Nordseite der Luftwirbel befinden. Und ganz entsprechend hat auch der äquatoriale Tiefdruckgürtel sich mit der subtropischen Antizyklone nordwärts gelagert, so daß die Tropenregen in die trockenen Subtropen übergriffen. Die gegenwärtige (1911) Änderung unseres Klimas läßt sich so mit Bestimmtheit auf Luftdruckverlagerungen zurückführen, an denen mindestens die ganze Nordhalbkugel teilnimmt.

Dabei ist es für die verschiedensten klimatischen Fragen von höchster Bedeutung, daß eine so geringfügige Verschiebung der Druckzentren von etwa 10 Grad vollkommen genügt, um das feuchte Sommerklima der gemäßigten Breiten in ein Steppenklima umzuwandeln, dem zahlreiche Baumarten unserer Breiten nicht widerstehen konnten. So ist in einzelnen Gegenden Deutschlands der Fichtenbestand durch Austrocknung nicht unerheblich geschädigt worden, und wenige Jahre ähnlicher Trockenheit dürften hinreichen, um dieser Baumart ihre Existenzbedingungen zu rauben.

Auch der abnorm milden und trockenen Witterung des Winters 1911/1912 liegt genau dieselbe Ursache zu Grunde wie der vergangenen Sommerhitze. Der subtropische Hochdruckgürtel lagert immer noch anormal nördlich. Es müßte eine allgemeine durchgreifende Umwandlung der Luftdruckverteilung auf der Nordhalbkugel eintreten, wenn nicht ein ähnlicher Sommer wie 1911 auch im Jahre 1912 eintreten sollte (dies schrieb Dr. Peppler im Februar 1912).

Über die Ursachen dieser ausgeprägten Druckverschiebungen lassen sich zurzeit nur Vermutungen aussprechen. Man könnte an einen Einfluß der Sonnenflecken denken, die nächstens ein Minimum aufweisen müssen. Nach statistischen Ermittlungen sollen die Jahre mit Fleckenminima höhere Temperaturen aufweisen als die Jahre großer Fleckenhäufigkeit. Die außergewöhnlich schwache Entwicklung der atlantischen Zyklonen im Jahre 1911 könnte anderseits auch mit der Wasserwärme des Golfstromes in Beziehung gebracht werden. Die warme Triftströmung des Atlantischen Ozeans fördert die Entwicklung der atlantischen Zyklonen, während bei anormal geringer Wasserwärme der Golfströmung die Zyklonen schwach entwickelt auftreten. Tatsächlich haben Berechnungen der Wassertemperatur des Golfstromes im Jahre 1911 eine auffallend geringe Wärme ergeben, die

u. a. für die schwache Zyklonenbildung verantwortlich gemacht werden könnten. Starke Schmelzprozesse polarer Eismassen, die ja anscheinend auch 1912 stattfanden, würden eine Erklärung für diese niedrige Wassertemperatur abgeben.

Es läßt sich also einerseits mit Sicherheit die Trockenperiode auf Nordwärtsverlagerungen der subtropischen Antizyklonen zurückführen, anderseits aber fehlen noch ausreichende Anhaltspunkte, die uns die Ursachen dieser Druckverlagerungen offenbaren könnten.

Dr. Wilh. R. Eckardt vertrat anfangs Juli 1912 die Ansicht, daß der noch bevorstehende Teil des Sommers nicht gleich heiß und trocken sein werde, wie sein Vorgänger, und zwar aus folgenden Gründen:

Der bisherige Witterungsverlauf des Kalenderjahres war bisher ein anderer als 1911; er war bis auf April und den halben Mai in bezug auf Feuchtigkeit normal oder fast normal. Gerade auf besonders trockene Perioden im Frühling, die sich sonst zwischen normal feuchte Perioden einschieben, pflegt jedoch ein besonders trockener Hochsommer im allgemeinen nicht zu folgen.

Im Sommer 1911 kam es nur äußerst selten vor, daß der Luftdruck im Südwesten über der Biskayasee auch nur vorübergehend sank. 1912 fällt er dort wenigstens vorübergehend, es bilden sich kleine Teiltiefs oder flache Furchen aus, die besonders in den westlichen Gebietsteilen Deutschlands häufiger zu Gewitterbildung führen.

Während es im Sommer 1911 fast ausschließlich östliche Winde waren, die dem festländischen Hoch entgegenströmten, an dem wie von einer Mauer alle kühlen Luftwellen des Ozeans abprallten, wehten 1912 auch bis in den Juli hinein noch südliche bis südwestliche Winde in größeren Höhen.

Endlich fehlte 1912 bis zum Juli auch das azorische Teilhoch über Südengland und dem nordwestlichen Frankreich, das im Sommer 1911 zumeist dort vorhanden war.

Unter solchen Umständen schien also — und die Ereignisse haben diesem Ausspruch rechtgegeben — im Sommer 1912 nur eine Tendenz zu Schönwetter und Trockenheit, nicht zu verderblicher Dürre vorhanden zu sein.

Zu den Wettermachern werden hin und wieder auch die Kometen gerechnet. Deshalb ist eine exakte wissenschaftliche Untersuchung des etwaigen Einflusses, den ein Komet innerhalb unserer Atmosphäre ausüben könnte, von größtem Werte. Eine derartige Untersuchung ist gelegentlich des Durchganges des Halleyschen Kometen mit Hilfe zahlreicher Luftschiffahrtsvereine angestellt worden, und Geh. Rat Aßmann hat einen ausführlichen Bericht über das Ergebnis veröffentlicht.*)

Zunächst war festzustellen, ob der Kometenschweif gasige oder staubförmige Beimengungen in die Atmosphäre getragen habe. Eine chemische Analyse der acht Luftproben, die es aus größeren Höhen herabzuholen gelang, ergab mit Bestimmtheit die völlige Abwesenheit von Zyangas und Zyanwasserstoffsäure. Die gefürchtete Blausäure, mit der phantasiereiche Köpfe schon unsere Atmosphäre vergiftet sahen, war also nicht festzustellen. Ebenso ergebnislos verlief eine Untersuchung der Luftproben auf schweflige Säure. Die der Atmosphäre nur in ganz geringer Menge beigemischten seltenen Edelgase Helium und Neon fanden sich in ganz normalem Prozentgehalt, ebenso Wasserstoff. Der Halleysche Komet hat demnach während seines Vorüberganges die Zusammensetzung der Erdatmosphäre in keiner Weise verändert. Ebenso ergebnislos verliefen die Staubuntersuchungen. Der in den Luftproben nachweisbare Staub, kohlige Partikel und Quarzkörnchen, rührte zweifellos von der Erde selbst her. Magnetische Bestandteile waren nicht zu finden. An optischen Erscheinungen kamen einzelne Meteore und Sternschnuppen zur Beobachtung, wie sie sich jede Nacht zeigen. Mit chemischen und physikalischen Untersuchungsmethoden hat man also keine Spur des Kometen in der Atmosphäre entdecken können. Und dasselbe gilt für die meteorologischen Beobachtungen aus der Atmosphäre. Dies war von vornherein zu erwarten; denn Kometeneinwirkungen können nur von einer so kleinen Größenordnung sein, daß ihr Nachweis mittels unserer Instrumente gar nicht möglich gewesen wäre wegen der den Apparaten selbst anhaftenden Unregelmäßigkeiten. — Hoffentlich ist damit nun den Propheten und Abergläubischen gelegentlich eines neuen Kometendurchganges der Vorwand für neue Weissagungen und darauf gebaute Dummheiten endgültig genommen.

Mit Bezug auf den vorstehend erwähnten Einfluß der Sonnenflecken sei hier die interessante Schilderung der Fleckentätigkeit der Sonne im Jahre 1911 von Ernst Stephani in Kassel wiedergegeben.*)

Im Jahre 1911 sind so wenig Flecken auf der Sonne sichtbar gewesen, daß man annehmen konnte, das Minimum sei erreicht. Aber im Jahre 1912 haben sich die fleckenfreien Tage noch vermehrt. Da nach Prof. Wolfers Berechnung das vorige Minimum 1901 war, so weist auch die von G. Schwabe entdeckte elfjährige Periode auf 1912 hin. Das letzte Maximum der Fleckenhäufigkeit war 1905, wo die Zahl der Fleckengruppen 249 betrug und nur ein Tag ohne Flecken war.

Die wenigen Flecken von 1911 waren nur klein; ausgedehnte Gruppen, wie sie in früheren Jahren öfters fast die ganze sichtbare Sonnenseite überzogen, kamen nicht vor, und alle Flecken befanden sich in der Nähe des Sonnenäquators (zwischen $+10^0$ und -12^0 heliograph. Breite).

Es sind im Jahre 1911 sichtbar gewesen 20 Poren, Flecken und Gruppen (die Gruppen als Einheiten gerechnet). Davon waren 13 Poren und kleine Flecken von kurzer Dauer. Als fertige große Flecken gingen auf, d. h. wurden durch die Achsendrehung der Sonne sichtbar 6, während auf der Vorderseite vor unseren Augen nur einer entstand. Also ist auch im Jahre 1911 die überwiegende Mehr-

*) Naturw. Wochenschr., 1912, Nr. 2.

*) Mitteil. der Vereinig. von Freunden der Astron., 22. Jahrg., Heft 6.



zahl der großen Flecken auf der Rückseite der Sonne entstanden und durch die Achsendrehung der Sonne an ihrem Ostrande erschienen (siehe Jahrb. X, S. 30). An 245 Tagen des Jahres 1911 war die Sonne frei von Flecken.

Nachdem am 22. und 23. Dezember noch eine kleine Porengruppe mitten auf der Sonne sichtbar gewesen war, folgte eine ganz außergewöhnlich lange Zeit der Fleckenfreiheit. Vom 24. Dezember 1911 bis 7. März 1912, also 74 Tage, ist kein Fleck und keine Pore sichtbar gewesen. Hieraus kann man schließen, daß das Minimum in das Jahr 1912 fallen wird.

Dr. Friedr. Wächter hat Gedanken über die Ausbreitung der Erdatmosphäre im Weltraum geäußert, die hier nach einem Auszug von Dr. F. S. Archenhold, Direktor der Treptow-Sternwarte, wiedergegeben werden.*)

Die Beobachtung der drei benachbarten Planeten Venus, Erde und Mars hat gezeigt, daß Venus die dichteste, unsere Erde schon eine weniger dichte und Mars nur eine sehr dünne Atmosphäre besitzt. Da letzterer älter als die Erde und diese älter als Venus ist, so schließt Wächter hieraus, daß die Planetenatmsophären sich im Laufe der Zeit allmählich im Weltraume verlieren. Es fragt sich, wie weit sich diese Ansicht mit der kinetischen Gastheorie verträgt. Um das festzustellen, muß vorerst der Begriff „Grenze der Atmosphäre" genau bestimmt werden. Diese Grenze muß dort liegen, wo das Expansionsbestreben der Gase und die Schwerkraft einander das Gleichgewicht halten. An der Grenze der Atmosphäre wird nun ein Gasmoletül in freier Wurfbahn so weit in den Weltraum hinausfliegen, bis seine Anfangsgeschwindigkeit durch die entgegenwirkende Schwerkraft aufgezehrt ist. Mit Berücksichtigung der bekannten Analysen unserer Atmosphäre und der Druckverhältnisse in großen Höhen kommt Dr. Wächter zu folgendem Ergebnis:

Bestünde unsere Atmosphäre nur aus Stickstoff, Sauerstoff, Argon, Kohlensäure und Wasserdampf, so würde ein Luftdruck von $12{\cdot}3 \times 10^{-9}$ bis 21×10^{-10} Millimetern bei einer Grenztemperatur von -100 bis -200^0 C nur Höhen von etwa 110 bis 140 Kilometern entsprechen. Da nun Sternschnuppen und Nordlichter unzweifelhaft schon in größeren Höhen beobachtet sind, so müssen in der Erdatmosphäre noch andere leichtere Gase enthalten sein.

Rechnet man außer den angegebenen fünf Bestandteilen noch mit 0·01% Kohlenwasserstoffen (Sumpfgas), 0·005% Wasserstoff und 0·0015% Helium, so würde sich ein Luftdruck von 6×10^{-10} bis 16×10^{-10} ergeben für Wasserstoff bei -100^0 bis -200^0 C, was einer Atmosphärenhöhe von etwa 1000—1400 Kilometern entsprechen würde. Von 500 Kilometer aufwärts wäre schon nahezu reiner Wasserstoff vorhanden. Es bliebe in diesem Falle unerklärlich, warum in dem Nordlichtspektrum nur Stickstofflinien und die grüne Nordlichtlinie, aber keine Wasserstofflinien vorkommen.

Da in der Sonnenkorona und im Zodiakallicht dieselbe grüne Linie wie im Nordlicht vorkommt, so erscheint es begründet, anzunehmen, daß unsere Atmosphäre nur sehr wenig freien Wasserstoff enthält, wohl aber Koroniumgas (siehe Jahrb. 1912, S. 49). Über den Wasserstoffgehalt unserer Atmosphäre gehen die Analysen so weit auseinander, daß es auch nicht verwunderlich wäre, wenn man etwa 0·005% Koroniumgas bisher übersehen hätte.

Durch die Wärmebewegung der Moleküle können nur äußerst geringfügige Mengen Sauerstoff und Stickstoff aus der Atmosphäre entweichen, denn in 200 Kilometer Höhe wäre eine Anfangsgeschwindigkeit von 10.850 Metern erforderlich, die schon 30—40fach die mittlere Wärmegeschwindigkeit übertrifft. Da nun auf der Sauerstoff-Stickstoff-Atmosphäre noch hohe Schichten leichterer Gase lagern, so müßte die Anfangsgeschwindigkeit noch größer sein, damit Gasmoleküle auch diese Schichten verlassen könnten. Wir müssen uns also nach anderen Ursachen umsehen.

Da an der Tatsache, daß die Planetenatmosphären im Laufe der Zeit abnehmen, kaum gezweifelt werden kann, so glaubt Dr. Wächter hiefür in erster Linie elektrische Abstoßung tätig. Da eine solche schon früher für die Gashülle der Kometen nachgewiesen wurde, so ist es nicht unwahrscheinlich, daß in den Höhen unserer Atmosphäre, wo die elektrischen Entladungen der sogenannten Polarlichter vor sich gehen, beständig Gasmoleküle in den Weltraum hinausgetrieben werden. Es müßten ferner die Gasteilchen, die infolge elektro-positiver oder -negativer Abstoßung gleich große Beschleunigungen erhalten, sich in einer zu den beiden Magnetpolen symmetrischen Ebene treffen. Diese Symmetrieebene liegt, wie sich leicht feststellen läßt, zwischen dem geographischen Äquator und der Ekliptik, und da ist es nun gewiß bemerkenswert, daß genau in dieser Ebene das Zodiakallicht liegt, welches dieselbe grüne Spektrallinie wie die Polarlichter zeigt. Auch fallen die Zeiten der größten Entwicklung für Zodiakal- und Polarlicht zusammen, was sich am einfachsten dadurch erklärt, daß beide Erscheinungen auf elektrische Wirkungen der Sonne zurückgehen.

*) Das Weltall, 12. Jahrg. (1912), Heft 16.

Das Antlitz der Erde.

(Geologie und Geophysik.)

Die Entstehung der Kontinente * Die Überschiebungstheorie * Eiszeit oder Eiszeiten? * Erdbebenfragen.

Die Entstehung der Kontinente.

Die Betrachtung der erdgeschichtlichen Karten, welche die Wissenschaft auf Grund eines ungeheuer reichen geologisch-paläontologischen Beobachtungsmaterials für die verschiedenen Perioden der Erdrinde entworfen hat, treibt den Forscher zu immer neuen Versuchen, den Wechsel zwischen Land und Meer, das Auftauchen neuer, das Verschwinden früherer Kontinente und vor allem die Entstehung der gegenwärtigen Züge des Erdantlitzes zu erklären. So versucht denn jetzt Dr. A. Wegener*), die Großformen unserer Erdoberfläche, d. h. die Kontinentaltafeln und die ozeanischen Becken, in einer Arbeit über die Entstehung der Kontinente durch ein neues umfassendes Prinzip ihrem Ursprunge nach zu deuten, nämlich durch das Prinzip der horizontalen Beweglichkeit der Kontinentalschollen. Er läßt also nicht mehr wie bisher alte Landverbindungen in die Tiefen des Weltmeeres untertauchen, sondern nimmt ein Abspalten und Abtreiben der Kontinentalschollen an. Das Bild, das sich so von der Natur der Erdrinde ergibt, ist ein neues und — nach Dr. Wegeners eigenem Zugeständnis — in mancher Beziehung paradoxes, entbehrt aber nicht der physikalischen Begründung. Anderseits enthüllt sich bereits bei der hier versuchten vorläufigen Prüfung auf Grund nur der Hauptergebnisse der Geologie und Geophysik eine so große Anzahl überraschender Vereinfachungen und Wechselbeziehungen, daß schon aus diesen Gründen allein der Ersatz der alten, unzulänglichen Hypothese von versunkenen Kontinenten durch die neue leistungsfähigere Arbeitshypothese berechtigt erscheint.

Zunächst wird die Frage erörtert, ob in der scheinbar starren Erdrinde überhaupt größere Horizontalverschiebungen einzelnen Schollen denkbar sind, und in welcher Weise sie vor sich gehen. Das Problem, wie die tafelförmige Erhebung der Kontinente über dem Tiefseeboden zu erklären sei, ist alt. Dr. Wegener erweitert den Begriff der Kontinente, indem er die noch vom Meere überfluteten tieferen Teile der Kontinentaltafeln, die sogenannten Schelfe, an deren Rand der Steilabfall zur Tiefsee meist sehr deutlich einsetzt, in den Umriß der Kontinente einbezieht. Da wir uns hier mit den vollständigen Kontinentaltafeln (= Kontinente und Schelfe) beschäftigen werden, ist es nötig, von dem gewohnten Bilde der Küstenlinien, das durch die seichten Überspülungen der Schelfe, die „Transgressionen", beeinflußt ist, abzusehen. Meist fällt die Tiefenlinie von 200 Meter mit dem Rande der Kontinentaltafeln zusammen, doch kommen auch Tiefen bis 300 und 500 Meter vor. Das Bild der Kontinente ändert sich durch Hineinbeziehen der Schelfe nur in Einzelheiten, am meisten bei Großbritannien, Nordsibirien, Hinterindien und der Beringstraße; auch erscheint Neuguinea dann mit Australien verbunden.

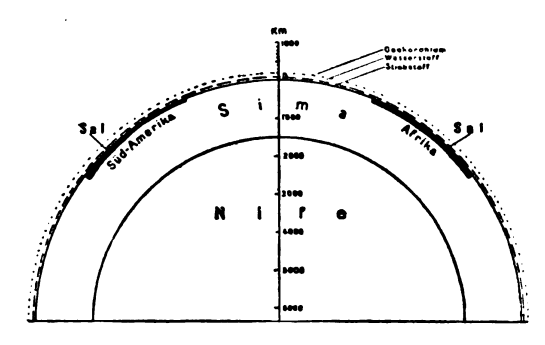
Die Ansichten, welche heute über die Entstehung dieser merkwürdigen tafelförmigen Erhöhungen der Erdrinde bestehen, sind sehr widerspruchsvoll. Die Schrumpfungstheorie mit ihrem Bilde des eintrocknenden und dabei sich runzelnden Apfels läßt infolge des ständigen horizontalen „Gewölbedrucks" Runzeln (Faltengebirge) in der äußeren Erdkruste entstehen. Das Nachsinken der Erdrinde bei der Schrumpfung soll unregelmäßig geschehen, so daß an einer Stelle ein „Horst" (Kontinent) stehen bleiben kann, während die Nachbarscholle bereits „abgesunken" ist. Gegen diese Theorie, die Ed. Sueß in dem Satz zusammenfaßte: „Der Zusammenbruch des Erdballs ist es, dem wir beiwohnen", hat die Geophysik Bedenken über Bedenken aufgehäuft. Nicht einmal das anscheinend unbezweifelbare Ausgangsprinzip: „Die Erde muß sich abkühlen", ist unangetastet geblieben, da die Radiumforschung umgekehrt die Frage aufwirft, ob die Temperatur des Erdinnern nicht im Steigen begriffen ist. Seitdem man mit großer Wahrscheinlichkeit sagen kann, daß das Erdinnere nicht aus leicht komprimierbaren Gasen, sondern aus bereits stark komprimiertem und daher fast nicht mehr zusammenpreßbarem Nickelstahl besteht, erscheint überhaupt die Faltung mit dem Gewölbedruck nicht mehr ausreichend, um die großen Falten der Erdrinde zu erklären, namentlich seitdem ihre Größe in dem Deckfaltenbau richtig erkannt wurde. Ferner ist nur schwer einzusehen, wie derselbe Vorgang der Kontraktion der Erde das eine Mal zur Runzelung oder Faltung, das andere Mal aber zum Absinken enormer Schollen und zur Horstbildung führen soll. Die Vorstellung von dem wechselnden Auf und Ab der kontinentalen Horste und ozeanischen Versenkungen steht auch im Widerspruch mit der immer klarer erkannten Tatsache, daß die Kontinente niemals Tiefseeboden gebildet haben, da nahezu alle Sedimente, die wir auf den Kontinentalschollen finden, der Flachsee entstammen.

Der Vorstellung vom Zusammenbruche des Erdballs widersprechen auch die Schweremessungen. Wären die ozeanischen Böden nur abgesunkene Festländer, so beständen sie aus gleichem Material wie diese. Die Schweremessungen zeigen aber mit unentrinnbarer Logik, daß unter den Ozeanen schwereres Gestein liegt als unter den Festländern, und nicht nur schwereres: gerade so schweres, daß der Höhenunterschied ausgeglichen wird und Druck-

*) Peterm. Mitteil. 58. Jahrg. (1912), Heft 4—6.



gleichgewicht (Isostasie) herrscht. Da das Wasser der Ozeane noch nicht halb so schwer ist wie eine gleich mächtige Gesteinsschicht, so wäre zu erwarten gewesen, daß die Schwerkraft auf den Ozeanen erheblich geringer ist als auf den Kontinenten. Überraschenderweise wird aber hier wie da fast derselbe Schwerewert gemessen. Dies läßt sich schwer auf andere Weise erklären als durch Annahme der Isostasie. Die leichteren Kontinentalschollen schwimmen hienach gewissermaßen in der schweren Masse und sind dabei so eingestellt, daß Gleichgewicht des statischen Druckes herrscht, ähnlich wie bei einem im Wasser schwimmenden Eisberge. Nehmen wir dann zwei vertikale Säulen, die eine innerhalb der Kontinentaltafel, die andere im Bereich des Ozeans, die von der Erd- bezw. Wasseroberfläche bis in die Tiefe hinabreichen, welche die untere Begrenzung der Kontinentaltafel darstellt, so muß das Gewicht beider Säulen das nämliche sein. Der Druck in ihnen ist in gleichen Höhen verschieden, doch



Schnitt im größten Kreise durch Südamerika und Afrika.

vermindert sich der Unterschied, je tiefer man hinabgeht, und verschwindet ganz an der Basis der Säulen. Hier hört also nicht nur die Verschiedenheit des Materials, sondern auch die der Drucke auf. Man nennt diese Fläche die Ausgleichsfläche.

Die Isostasie muß für alle ausgedehnteren Gebiete wie Kontinente, Ozeane, große Gebirgsmassive angenommen werden, während einzelne Berge, besonders Tafelberge, meist nicht kompensiert sind, sondern durch die Elastizität der ganzen Scholle getragen werden, so daß statt der unter dem Berge liegenden Säule die ganze Scholle, allerdings um einen entsprechend geringeren Betrag, in die schwere Unterlage eingesunken ist. Wie ein Stück Eis, das belastet wird, tiefer in das Wasser eintaucht, so müssen auch die Kontinentalschollen bei Belastung tiefer in das schwere Magma eintauchen, bei Entlastung wieder emportauchen. Bedeckt sich eine Kontinentaltafel mit Inlandeis, so wird sie sich gleichfalls senken, um nach dem Abschmelzen des Eises die während der Depression gebildeten Strandlinien mit emporzuheben. Der zentrale Teil, auf dem die Eiskappe die größte Mächtigkeit erreicht, erfährt auch die größte Senkung. Aus dem Strandlinienverlauf lassen sich unter der Annahme des Druckgleichgewichts (Isostasie) sehr plausible Werte für die Mächtigkeit des Inlandeises berechnen, nämlich für Skandinavien 933 Meter, für Nordamerika 1067 Meter. Die gleiche Wirkung wie das Inlandeis müssen auch sedimentäre Ablagerungen haben. Jede Aufschüttung von oben führt zu einer Senkung der belasteten Scholle, so daß die neue Oberfläche ungefähr wieder in derselben Höhe liegt wie die alte. Ob sie etwas höher oder tiefer liegt, wird von dem spezifischen Gewicht der Ablagerung abhängen.

Als Mächtigkeit (Dicke) der Kontinentalschollen wird der runde Wert von 100 Kilometer zu benutzen sein, der sich aus den verschiedensten Ermittelungsmethoden ergibt. Der Anteil, den die Sedimente am Aufbau der Kontinentaltafeln haben, läßt sich zwischen 5 und 10 Kilometer annehmen, wenigstens als Höchstwerte, denen freilich ausgedehnte Gebiete gegenüberstehen, wo das Urgebirge jeder Sedimentdecke entbehrt. Gegen die totale Mächtigkeit der Kontinentalschollen von 100 Kilometer verschwindet sie jedoch ganz, das sieht man erst deutlich, wenn man auch hier die Isostasie berücksichtigt. Würde nämlich die Sedimentaldecke der ganzen Erde beseitigt, so würden die Schollen überall fast wieder bis zur alten Oberfläche emporsteigen, das Relief der Erdoberfläche aber würde nur wenig verändert erscheinen. Daraus ist ersichtlich, daß die Kontinentaltafeln Formen einer höheren Ordnung darstellen, der gegenüber Erosion und Sedimentation nur die Rolle nachträglicher Oberflächenerscheinungen spielen. Ihr Material bildet das Urgestein, dessen „Ubiquität" (Allgegenwart) trotz mancher Bedenken nicht abzuleugnen ist. Halten wir uns, um die Ideen zu fixieren, an den Hauptvertreter, so können wir sagen: die Kontinentalschollen bestehen aus Gneis.

Nach Sueß zerfallen die nicht sedimentären Gesteine in zwei große, durch charakteristische Merkmale unterschiedene Gruppen: die allenthalben den Untergrund der Kontinente bildenden gneisartigen Urgesteine und die vulkanischen Eruptivgesteine. Erstere bezeichnet er nach den Anfangsbuchstaben der Hauptbestandteile, Silizium und Aluminium, als „Sal", letztere als „Sima", nach Silizium und Magnesium. Den mit großer Wahrscheinlichkeit nachgewiesenen Metallkern der Erde, der hauptsächlich aus Nickel und Eisen (Ferrum) besteht, nennt Sueß „Nife". Da die Kontinentalschollen aus salischen Gesteinen bestehen, so liegt der Gedanke sehr nahe, daß das schwere Magma, in das sie eingebettet sind und das nach unserer Vorstellung auch den Boden der Ozeane bildet, mit dem Sima zu identifizieren ist. Die spezifischen Gewichte bestätigen dies. Das saure Sal hat ein spezifisches Gewicht von 2·5 bis 2·7, das Sima (Basalt, Diabas u. a.) ein solches von 3·5 bis 4 für die tiefsten, etwa 3 für die obersten Schichten.

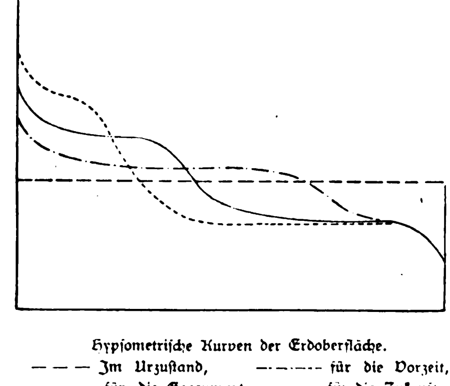
Nach Dr. Wegeners Anschauung sollen nun salische Schollen die Fähigkeit haben, sich innerhalb des Simas, in das sie eingebettet sind, horizontal zu verschieben. Hiefür ist von Wichtigkeit, daß der Schmelzpunkt des Sal um etwa zwei- bis dreihundert Grade höher liegt, als der des Simas, so daß letzteres noch bei einer Temperatur flüssig ist, bei der das Sal bereits erstarrt ist. Auch wenn wir uns beide Teile als zähflüssig, plastisch denken, wird dem Sima doch immer der größere Grad von Plastizität zukommen müssen, weil es relativ zum

Schmelzpunkt stets 200 bis 300 Grad höher temperiert ist als das Sal. Soll nun eine Horizontalverschiebung der Schollen geltend gemacht werden, so werden wir an ihrer Unterseite eine Temperatur annehmen müssen, die vom Schmelzpunkt nicht weit abliegt. Die bisherigen Schmelzversuche scheinen dies zu bestätigen und für 100 Kilometer Tiefe zu Temperaturwerten zu führen, die vom Schmelzpunkt der Gesteine nicht allzu weit entfernt sind.

Aus den Versuchen und Tiefenmessungen geht auch noch hervor, daß die Schmelztemperatur der Silikate (siliziumhaltiger Urgesteine) auch in größerer Tiefe nicht übermäßig überschritten wird, so daß wir namentlich im Hinblick auf die durch Versuche bekannte Zähigkeit der geschmolzenen Gesteine die ganze, 1500 Kilometer mächtige Simaschicht der Erde als zähflüssig betrachten müssen. Ebenso ist das Sal als plastisch zu betrachten, obwohl nicht in so hohem Grade wie das Sima. Die Eigenschaften derartiger zäher Flüssigkeiten sind deswegen parador, weil die Zeitdauer der wirkenden Kräfte dabei eine so große Rolle spielt. Schwarzes Pech zum Beispiel, das unter einem Hammerschlag wie Glas zerspringt, beginnt, wenn man es längere Zeit liegen läßt, unter seinem eigenen Gewicht zu zerfließen, kleine Bleikugeln sinken in ihm unter.

Hiemit hängt offenbar auch das Nachhinken isostatischer Bewegungen zusammen. In ehemals vereisten Gebieten dauert die Hebung noch lange Zeit nach dem Fortschmelzen des Eises an. So steigt Skandinavien noch immer um etwa 1 Meter in 100 Jahren. Der isostatische Ausgleich hinkt also nach. Man hat für den Begriff der Zähflüssigkeit, d. h. des Widerstandes eines Körpers gegen Formveränderungen, das Wort „Riegheit" gebildet und hat die Riegheit der Erde aus den mannigfachsten Erscheinungen zu berechnen versucht. Auch diese Untersuchungen werfen Licht auf die Möglichkeit horizontaler Verschiebungen der Kontinente.

Zunächst wies Lord Kelvin auf den Umstand hin, daß die Erde der jedenfalls nur äußerst langsam sich ändernden Rotation in bezug auf Abplattung vollkommen angepaßt ist, als ob sie flüssig wäre, während sie sich der schneller wechselnden Flutkraft des Mondes gegenüber fast starr verhält; er schloß daraus, daß sie eine Riegheit etwa der des Stahles gleich besitzen müsse. Beobachtungen mit Hilfe des Horizontalpendels, Betrachtungen der Periode der Polschwankungen, die etwa 430 Tage beträgt, anstatt der bei vollkommen starrer Erde zu erwartenden 305, Berechnungen, die sich auf die Erdbebenbeobachtungen stützen, alle weisen für den Erdkern auf eine mittlere Riegheit gleich der des Stahles, während sich für den Mantel, die 1500 Kilometer dicke Simaschicht, nur ein Achtel dieser Riegheit ergibt. Besonders die Erdbebenbeobachtungen weisen darauf hin, daß das Sima ein plastisches, aber keineswegs ganz leichtflüssiges Material darstellt, und daß die salische Erdrinde eine erheblich größere Festigkeit besitzt, aber ohne deshalb der Plastizität ganz zu entbehren. Von dieser Seite aus ist also die Möglichkeit außerordentlich langsamer, aber gleichwohl großer Horizontalverschiebungen der Kontinente nicht zu bestreiten, sofern Kräfte vorhanden sind, die während geologischer Zeiträume unverändert im selben Sinne wirken. Die Plastizität der Sedimente ist wohl noch erheblich geringer als die des salischen Urgesteins, das oft schon in einem Handstück die komplizierteste Fältelung erkennen läßt, während wir bei Sedimenten meist nur große Falten sehen, deren Dimensionen oft von ähnlicher Größenordnung sind wie die der Berge selbst. Dieser Unterschied äußert sich auch in dem eigentümlichen Druckfaltenbau der Gebirge, wo sich die Sedimentschale in Form zahlreicher Schuppen übereinanderschiebt, während das Urgestein des Untergrundes mehr fließt und verhältnismäßig selten an den Überschiebungen teilnimmt. Ausgeglättet nehmen nach den heutigen An-



Hypsometrische Kurven der Erdoberfläche.
— — — Im Urzustand, —·—·— für die Vorzeit,
——— für die Gegenwart, für die Zukunft.

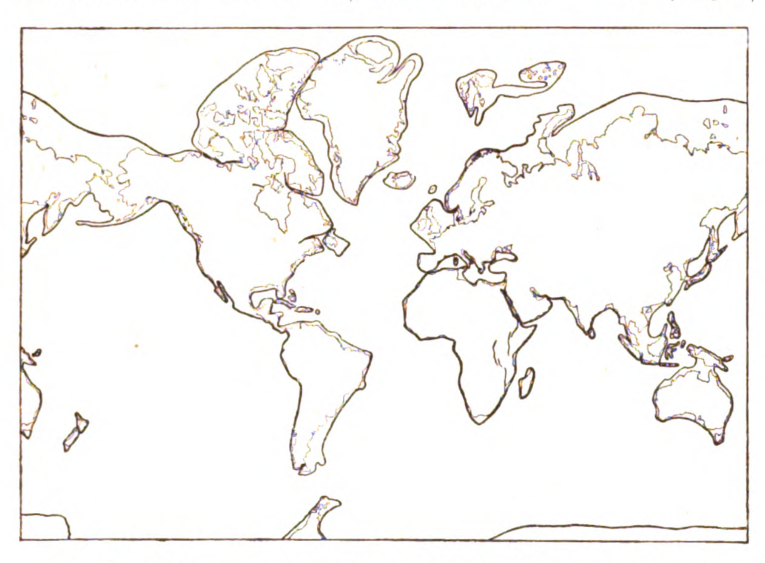
schauungen die zusammengeschobenen Landmassen das Vier- bis Achtfache der heutigen Breite des Gebirges ein; da die Breite der Alpen etwa 150 Kilometer beträgt, so wären hier also 600 bis 1200 Kilometer Land zusammengeschoben. Die Konsequenz ist, daß vor einem solchen Zusammenschub die Kontinentaltafel eine wesentlich andere Begrenzung gehabt haben muß. Die Schelfe müssen, da die Schollendicke unter ihnen, wie Dr. Wegener nachweist, geringer war, von der Faltung mehr als die übrige Kontinentaltafel betroffen worden sein.

Zieht man alles von Dr. Wegener Angeführte in Betracht, so folgt daraus das Gesetz, daß die seit alters tätige, aber den Ort vielfach wechselnde Gebirgsbildung eine fortschreitende Verdickung der Kontinentalschollen auf Kosten ihrer horizontalen Ausdehnung bewirkt hat und noch bewirkt. Es handelt sich ja hier um einen einseitigen, nicht umkehrbaren Vorgang: jeder Druck bewirkt zwar eine Vergrößerung der Dicke und eine Verkleinerung der Oberfläche, aber ein Zug kann nie das Gegenteil bewirken, sondern nur zur Zerreißung der Scholle führen.

Wir gelangen so zu einem großzügigen Entwicklungsbild der Kontinentaltafeln. Das salische Urgestein liegt nirgends auf größere Strecken horizontal, ist vielmehr fast überall steil gestellt, eng gefältelt, gestaucht, zerrissen und verworfen. Daher ist wohl die Annahme berechtigt, daß die salische Rinde einst die ganze Erde umkleidete in einer Mächtigkeit von vielleicht 30 Kilometer, und daß diese Rinde durch die fortgesetzten Prozesse des Aufreißens und des Zusammenschubs, dessen Einzelphasen wir



als Gebirgsbildung wahrnehmen, allmählich an Oberfläche und Zusammenhang verlor und dafür an Mächtigkeit gewann. Die Abbildung gibt die hypsometrischen Kurven der Erdoberfläche, die sich hienach für Vergangenheit, Gegenwart und Zukunft ergeben. Während im Anfang ein etwa 3 Kilometer tiefes Allmeer (Panthalassa) die ganze Erdoberfläche bedeckt, beginnt das Meer mit dem Herauswachsen der Kontinentalschollen sich in Flach- und Tiefsee zu spalten, bis die Kontinente auftauchen, was auch heute noch nicht ganz beendet ist. Erst nach einer Hebung von einem weiteren halben Kilometer wird die Küstenlinie überall mit



Skizze der einstigen Kontinentalschollen (fette Umrandung) bei Entstehung der Kontinente.

den Rändern der Kontinentaltafeln zusammenfallen. Hieraus erklärt sich, daß die Transgressionen der Vorzeit, insbesondere vor dem großen tertiären Zusammenschub, erheblich größere Ausdehnung gehabt haben als die heutigen.

Dr. Wegener berührt auch die Frage nach der Ursache der Verschiebungen, nach den Kräften, welche die von ihm geforderten Horizontalverschiebungen der Kontinente verursachen; er möchte sie nicht ganz übergehen, hält sie aber für verfrüht. Polarverschiebungen, die man wohl heranziehen könnte, scheinen ihm nicht als Ursache, sondern eher umgekehrt als Folge der Massenverlagerungen aufzufassen zu sein. Eher möchte die Mondflut im Erdkörper als wesentliche Ursache zu betrachten sein. Hiefür scheint besonders die Vorliebe für nordsüdlich gerichtete (meridionale) Spaltenbildung zu sprechen. Letztere scheint auch die Ursache für eine oft hervorgehobene Eigentümlichkeit der Kontinentalformen zu sein, nämlich für ihr spitzes Auslaufen nach den Polen zu. Am deutlichsten ist dies heute in den Gegenden des ehemaligen Südpols zu erkennen, wo seit den großen Aufspaltungen die Umrisse nicht wieder durch Druck gestört wurden. An der Stelle, wo wir den Nordpol in früheren Zeiten anzunehmen haben, nämlich an der Beringstraße, laufen die Festlandschollen gleichfalls ziemlich spitz aus, doch scheint hier infolge Zusammenschubs die Kontur nicht rein erhalten geblieben zu sein. Vermutlich wird man einstweilen gut tun, die Verschiebungen der Kontinente als Folgen zufälliger Strömungen im Erdkörper anzusehen. Vielleicht wird es in Zukunft möglich sein, das eigentlich Zufällige hieran, d. h. das durch äußere Ursachen bedingte, von dem Streben nach einer Gleichgewichtslage bei der Rotation zu trennen.

Als Spalten der Kontinentalschollen, d. h. als beginnende Trennungen, deutet Dr. A. Wegener die Grabenbrüche, deren bekanntester bei uns die oberrheinische Tiefebene ist. Das interessanteste Beispiel bilden aber die ostafrikanischen Gräben und ihre Fortsetzung durch das Rote Meer bis zum Jordantal. E. Sueß hat sie bereits aus rein geologischen Gründen als großartige Spalten aufgefaßt; das Gebiet gleicht nach ihm allem Anschein nach einer langen fortlaufenden Zone der Zerteilung der Erde in längliche Schollen und Trümmer, wie solche entstehen mag, wenn ein in großer Tiefe vorhandener Spalt gegen oben in zahlreiche lange und sich maschenförmig durchkreuzende Klüfte zersplittert worden wäre. Von großer Wichtigkeit sind die von Kohlschütter hier angestellten Schweremessungen. Bei den meisten ostafrikanischen Gräben ist nämlich der sichtbare Massendefekt nicht durch größeres spezifisches Gewicht der Materie unter dem Graben ausgeglichen, sondern es wird umgekehrt der sichtbare Defekt noch von einer darunterliegenden Auflockerung begleitet. Das zeigt uns Spalten an, die von oben her in die Kontinentalscholle eindringen, sie aber nicht vollständig durchsetzen, so daß das schwere Sima noch nicht in ihnen empordringen konnte. Die häufigen, aber nie weithin fühlbaren Erdbeben lassen sich vielleicht durch Nachsinken der lockeren Auffüllung erklären. Aber nicht bei allen diesen Gräben geben die Schweremessungen dasselbe Bild. Die dem Festlandsrande am nächsten gelegenen, der obere Pangani- und der Mkomassigraben, erweisen sich als isostatisch kompensiert, hier ist also offenbar das schwere Sima in der Spalte bereits emporgestiegen. Für das Rote Meer ist die isostatische Kompensation gleichfalls vorhanden, was bei der größeren Breite dieser Spalte vorauszusehen war.

Die großzügige Parallelität der Küsten des Atlantik ist ein nicht zu unterschätzendes Beweismittel für die Annahme, daß diese Küsten die Ränder einer ungeheuer erweiterten Spalte bilden. Ein Blick auf die Karte genügt, um festzustellen, daß da, wo im Osten Gebirge liegen, solche auch im Westen sich finden, und daß da, wo solche hier fehlen, sie auch dort fehlen. Und noch mehr. In den uns am besten bekannten Teilen, Europa und Nordamerika, herrscht auch im einzelnen stofflich fast völlige Übereinstimmung, wie Dr. A. Wegener im Anschluß an Sueß, Penck u. a. des näheren nachweist.



Die Frage, ob überhaupt auf Grund der paläontologischen Funde ein unmittelbarer Zusammenhang zwischen Amerika einerseits und Europa-Afrika anderseits bis zu einem bestimmten Zeitpunkt anzunehmen sei, ist zu bejahen. Zwischen Südamerika und Afrika bestand nach ziemlich einstimmiger Ansicht der Geologen und Biogeographen im Mesozoikum in breiter Front eine Landverbindung, ein brasilo-afrikanischer Kontinent, v. Iherings „Archhelenis". Der Zeitpunkt, in welchem diese Verbindung abbrach, wird mit immer wachsender Sicherheit in die Tertiärperiode, und zwar etwa in das Ende des Eozäns oder den Anfang des Oligozäns verlegt. In jener Zeit also hätte sich eine große, nahezu nordsüdliche Spalte gebildet und die Öffnung des Atlantik begonnen.

Auch zwischen Europa und Nordamerika wird für die ältere Tertiärzeit noch eine breite Landverbindung angenommen, die den Austausch der Formen ermöglichte und im Miozän aufhörte. Wir dürfen also wohl annehmen, daß die Öffnung der Spalte langsam von Süd nach Nord vorgeschritten ist. Jedoch hat wenigstens im hohen Norden, über Skandinavien und Grönland, noch bis zur Eiszeit hinein Landverbindung zwischen Europa und Amerika höchstwahrscheinlich bestanden, wie eine Reihe noch später als im Miozän gemeinsam in beiden Erdteilen auftretender Formen zeigt (gemeines Heidekraut, Gartenschnecke u. a.). Auch das Steppenklima während der Interglazialzeiten Mitteleuropas dürfte damit zusammenhängen, daß der Nordatlantik damals erst einen schmalen Meeresarm bildete, der das kontinentale Klima Europas noch nicht wesentlich im ozeanischen Sinne beeinflussen konnte.

Eine interessante Beziehung besteht noch zwischen Nord- und Südamerika. Auch zwischen diesen beiden Schollen bestand nach Osborn und Scharff bis zum Beginn des Tertiärs ungehinderte Landverbindung, die dann abbrach und erst gegen Ende des Tertiärs in dem beschränkten Maße, wie es das heutige Mittelamerika zeigt, wieder hergestellt wurde. Bisher hat man diese vortertiäre Landbrücke meist im Westen, im Gebiet der Galapagosinseln, gesucht. Nach Dr. Wegeners Annahme wäre sie wohl einfach durch das nordwestliche Afrika gebildet gewesen, nach dessen Abreißen die Verbindung zunächst erlosch, um erst später im weiteren Verlaufe der Öffnung des Atlantik und der damit Hand in Hand gehenden Auffaltung der Anden in beschränktem Maße wiederhergestellt zu werden.

Die Auffaltung der Anden ist gleichaltrig mit der Öffnung des Atlantischen Ozeans, so daß die Vorstellung eines ursächlichen Zusammenhanges berechtigt erscheint. Die amerikanischen Schollen hätten hienach bei ihrem Abtreiben nach Westen an dem wahrscheinlich schon sehr alten und nur noch wenig plastischen Boden des Pazifik (Stillen Ozeans) Widerstand gefunden, wodurch sich der einst den Westrand der Kontinentalscholle bildende ausgedehnte Schelf mit seinen mächtigen Sedimenten zum Faltengebirge zusammenschob.

Wenden wir diese Anschauungen über den Zusammenhang der Faltung mit horizontaler Verschiebung auch auf die tertiären Falten des Himalaya an, so ergeben sich überraschende Beziehungen. War auch jene Scholle, durch deren Zusammenstauchung dieses höchste Gebirge der Erde entstand, von ähnlicher Größe, wie es nach der Überschiebungstheorie bei den Alpen der Fall war, so muß Vorderindien vor der Auffaltung eine lange Halbinsel gebildet haben, deren Südspitze neben derjenigen von Südafrika lag. Durch diesen Zusammenschub einer langen Halbinsel erklärt sich die eigentümliche Sonderstellung, die Vorderindien, „ringsum ein Bruchstück", in seiner heutigen Umgebung einnimmt.

In der Tat wird seit langem aus paläontologischen Gründen eine solche ehemalige langgestreckte indomadagassische Halbinsel „Lemuria" angenommen. Sie war schon lange Zeit vor ihrem angeblichen Versinken durch den breiten Mosambikkanal und seine nördliche Fortsetzung, also durch eine breite, nordsüdliche Spalte, vom afrikanischen Block getrennt. Wahrscheinlich hat sich diese Spalte zwischen der langen ostindischen Halbinsel und Afrika bereits erheblich früher gebildet als diejenige des Südatlantik. Der Zusammenschub dieser Halbinsel ist aber wohl vorzugsweise erst im Tertiär vor sich gegangen und dauert noch fort. Die Angliederung der australischen Scholle an einen Urkontinent und Art und Zeit ihrer Abtrennung bedürfen noch weiterer Untersuchung.

Eine sehr schlagende Bestätigung scheinen diese Vorstellungen in der Erscheinung einer permischen Eiszeit zu finden, deren Spuren man an den verschiedensten Stellen der Südhalbkugel, Australien, Südafrika, Südamerika und vor allem Ostindien, gefunden hat, während sie auf der Nordhalbkugel bisher fehlen. Bei der heutigen Anordnung dieser Länder wäre eine so große Ausdehnung der polaren Eiskappe ganz unmöglich, wenn man auch den Südpol an die denkbar günstigste Stelle legt. Für alle Anschauungen, welche Horizontalverschiebungen der Kontinente nicht anzunehmen wagen, bildet die permische Eiszeit ein unlösbares Problem.

Wenn wir aber nach dieser Anschauung den Zustand zur permischen Zeit rekonstruieren, so rücken alle von der Vereisung betroffenen Gebiete konzentrisch auf die Südspitze von Afrika zusammen, und wir haben nur den Südpol in das dann sehr beschränkte Vereisungsgebiet zu legen, um der Erscheinung alles Unerklärte zu nehmen. Der Nordpol läge dann jenseit der damals wohl weit geöffneten Beringstraße im Pazifik.

Auf die Bewegung der Kontinentalschollen führt Dr. Wegener auch die Unterschiede zwischen der atlantischen und der pazifischen Erdseite zurück. Sueß beschreibt den morphologischen Unterschied der beiden Erdseiten mit den Worten: „Die Innenseite von Faltenzügen, zackige Riasküsten, welche das Versinken von Ketten anzeigen, Bruchränder von Horsten und Tafelbrüche bilden die mannigfaltige Umgrenzung des Atlantischen Ozeans. Derselbe Bau der Küsten tritt auch im Indischen Ozean hervor, ostwärts bis an die Gangesmündungen, wo der Außenrand der Eurasiatischen Ketten das Meer erreicht. Die Westküste



Australiens zeigt gleichfalls atlantischen Bau.... Mit Ausnahme eines Stückes der mittelamerikanischen Küste in Guatemala, an welcher die umschwenkende Kordillere der Antillen abgesunken ist, werden alle genauer bekannten Umgrenzungen des Pazifischen Ozeans durch gefaltete Gebirge gebildet, deren Faltung gegen den Ozean gerichtet ist, so daß ihre äußeren Faltenzüge entweder die Begrenzung des Festlandes selbst sind oder vor demselben als Halbinseln und Züge von Inseln liegen. Kein gefaltetes Gebirge wendet dem Pazifischen Meere seine Innenseite zu; kein Tafelland tritt an den offenen Ozean heraus."

Zu diesem morphologischen Unterschied gesellt sich noch eine Reihe anderer. Die vulkanischen Laven beider Seiten sind prinzipiell voneinander verschieden. Es besteht ein systematischer Unterschied in den Meerestiefen (mittlere Tiefe des Pazifik 4097 Meter, des Atlantik 3858 Meter) und in der Verteilung der Tiefseesedimente, indem der rote Tiefseeton und der Radiolarienschlamm, die beiden echt abyssischen Sedimente, wesentlich auf den Pazifischen Ozean und den östlichen Teil des Indischen beschränkt sind, während der Atlantik und der westliche Indik „epilophische" Sedimente bergen, deren größerer Kalkgehalt mit der geringeren Meerestiefe in ursächlichem Zusammenhang steht.

Wegeners Hypothese führt ganz von selbst auf einen so tiefgreifenden Unterschied. Dem Sichöffnen des Atlantischen Ozeans entspricht ein fast allseitiges Drängen der Kontinente gegen den Pazifik; an den Küsten des letzteren herrscht allenthalben Druck und Zusammenschub, beim Atlantik Zug und Spaltung. Nach den geologischen Verhältnissen Afrikas darf man annehmen, daß jene Spalte, deren weite Öffnung einst den Pazifik bildete und dem Urkontinent von beiden Ufern her Druck und Zusammenschub brachte, bereits in den ältesten geologischen Zeiten entstand, und daß diese Bewegung längst erloschen war, als die Kräfte auftraten, die den Atlantik schufen. Die so gewonnene Ansicht von einem sehr hohen Alter des Pazifik entspricht durchaus unseren sonstigen Kenntnissen über diese Frage. Auch die Unterschiede in der mittleren Meerestiefe lassen sich nach Dr. Wegeners Hypothese erklären.

Gleichzeitig mit den großen Verschiebungen der Kontinentaltafeln erfolgten offenbar große Verschiebungen der Pole, von denen Dr. Wegener wenigstens eine als nachgewiesen betrachtet. Im Laufe der Tertiärzeit wanderte nach Ausweis der Pflanzenfunde aus dieser Periode der Nordpol von der Gegend der Beringstraße nach Grönland herüber, der Südpol von Südafrika nach der pazifischen Seite. Nach Semper war der Nordpol im Mitteleozän, also kurz vor Beginn der Öffnung des Atlantik, um 30 Grad nach Alaska zu verschoben und wanderte erst im Oligozän allmählich nach der atlantischen Seite herüber. Jedenfalls kann wohl die Wirklichkeit dieser großen Verschiebung des Nordpols von der Seite der Beringstraße herüber nicht mehr ernsthaft bezweifelt werden. Es erscheint recht unwahrscheinlich, daß der Nordpol bei seiner tertiären Wanderung gleich an seine heutige Stelle gerückt sei und hier auch schon während der Eiszeit gelegen habe. Denn dann hätte er ja noch um etwa 10 Grad vom Rande der großen Inlandeiskappe entfernt gelegen, die damals in ähnlicher Ausdehnung wie die heutige antarktische Eiskappe Nordamerika und Europa bedeckte. Natürlicher ist es wohl, anzunehmen, daß der Pol zunächst mindestens 10 Grad weiter, bis nach Grönland hinein, wanderte, und erst seit der Eiszeit wieder an seinen heutigen Ort zurückkehrte. Der Südpol muß zu der Zeit, da der Nordpol an der Beringstraße lag, etwa 25 Grad südlich vom Kap der Guten Hoffnung gelegen haben, d. h. auf dem damals anscheinend noch bis in diese Breiten reichenden Südpolarkontinent.*)

Auf eine eigentümliche Beziehung sei noch hingewiesen. Namentlich Green und Emerson haben auf die große Bruchzone der Mittelmeere (europäisches, amerikanisches, indomalaiisches) aufmerksam gemacht, welche die Erde in Gestalt eines größten Kreises umgibt, und haben sie als einen alten Äquator der Erde aufgefaßt. In der Tat bildete diese Bruchzone den Äquator für jene alte, vielleicht im ganzen Mesozoikum innegehaltene Pollage, bei welcher der Nordpol in der Gegend der Beringstraße lag. Ob, wie jene Autoren meinen, diese Bruchzone auf die zertrümmernde Wirkung der Mondflut im Erdkörper zurückzuführen ist, die am Äquator den größten Betrag erreiche, muß dahingestellt bleiben.

Von der größten Wichtigkeit für das Verständnis der ganzen Erscheinung ist aber der Umstand, daß die großen Verschiebungen der Pole offenbar gleichzeitig mit den großen Verschiebungen der Kontinentaltafeln erfolgen. Insbesondere ist das zeitliche Zusammenfallen der am besten beglaubigten Polverschiebung mit der Öffnung des Atlantischen Ozeans in die Augen springend. Auch wird man das verhältnismäßig geringe Zurückwandern der Pole seit der Eiszeit vielleicht mit der Abtrennung Grönlands und Australiens in Verbindung bringen können. Es scheint hienach, als ob die großen Kontinentalverschiebungen die Ursache der Polverschiebungen sind. Der Drehungspol wird jedenfalls dem Trägheitspol folgen müssen. Wird dieser durch Verschiebung der Kontinente geändert, so muß der erstere mitwandern. Es können bei der Größe der in Frage kommenden Erdschollen auf diese Weise leicht fortschreitende Verlagerungen der Trägheitspole stattfinden, welche die Hundertstelsekunde pro Jahr oder 1 Grad in 360.000 Jahren erreichen; damit kommen wir auf eine Größenordnung, wie sie zur Erklärung der geologischen Polverschiebungen ausreichen würde. Es besteht sogar die Aussicht, die angenommenen Verschiebungen der Kontinentalschollen, soweit sie noch heute fortdauern, direkt zu messen, wie Dr. A. Wegener an mehreren Beispielen versucht.

In den durch den internationalen Breitendienst verfolgten Schwankungen des Nordpols (siehe Abb. Jahrb. X, S. 58) läßt sich vielleicht eine äußerst

*) Es wird dem Leser nicht entgehen, daß die anscheinend schon völlig abgetane Pendulationstheorie (s. Jahrbuch X, S. 57) hier wieder auflebt und sich auch hier als eine für die Erklärung mancher Züge des Erdantlitzes sehr fruchtbare Hypothese erweist.



langsame und geringfügige Verschiebung des die Mitte der Störungskurve bildenden Trägheitspoles nach der Seite des Atlantischen Ozeans bemerken. Sollte sich diese Vermutung bestätigen, so läge es nahe, diese äußerst langsame Verlagerung des Trägheitspoles als eine Folge der Horizontalverschiebungen und zugleich als Ursache für die Perturbationsschwingungen des Drehungspoles aufzufassen.

Auf kontinentale Niveauveränderungen, *wirkliche Landerhebungen im Norden Europas*, macht Prof. Dr. *de Geer* aufmerksam.*) Durch vergleichende Untersuchungen in Nordamerika von der auffälligen Analogie zwischen dem dortigen und dem skandinavischen Hebungsgebiete überzeugt, zog Prof. *de Geer* schon vor Jahrzehnten den Schluß, daß diese gewaltigen, ganze Kontinente umfassenden Niveauveränderungen kaum denselben Ursprung haben könnten wie die eigentlichen sogenannten Gebirgsketten, die durch Zusammenfaltung der Erdkruste längs gewissen lokalen Schwachheitslinien entstanden sind. Es scheine notwendig, anzunehmen, daß solche Hebungsgebiete, für die Skandinavien den Typus bildet und welche die Form von Gebirgsketten nicht haben, sondern nicht selten ebenso breit wie lang sind, kaum mit der ganzen ungeheuren Schwere ihrer Gebirgskruste in horizontaler Richtung von allen Seiten in einem zusammenhängenden, im Verhältnis zur geringen Höhe so ungeheuer breiten Gewölbe zusammengeschoben werden konnten. Man dürfte darum nicht länger bestreiten können, daß die fraglichen Niveauveränderungen durch vertikale Hebungen der Erdkruste zu stande gekommen sind.

Dann aber kann man sich kaum der Schlußfolgerung entziehen, daß solche durch Druck von unten erzeugte Landerhebungen durch Verschiebung der beweglichen Massen unter der Erdkruste verursacht sind.

Durch Feststellung der Linien gleicher Landhebung (Isobasen) glaubte *de Geer* nachgewiesen zu haben, daß sowohl das skandinavische wie das nordamerikanische (und zwar laurentische) Hebungsgebiet mit den Gebieten der entblößten alten Gesteine auffällig zusammentreffen. Gewisse Abweichungen deuteten indessen an, daß außerdem die Lage der spätquartären Vergletscherungszentra die fraglichen Niveauveränderungen beeinflußt habe. Seitdem scheint es sich bestätigt zu haben, daß die spätquartären Landerhebungen in mehreren Ländern gerade darum so gut mit den älteren Hebungsgebieten zusammenfallen, weil deren vorletzte bedeutende Hebung erst im letzten Teile der Tertiärperiode erfolgt ist.

Die Gründe *de Geers* für diese Auffassung sind folgende: Fennoskandia (die finnisch-skandinavische Tafel), Island, Grönland und Spitzbergen waren während der Eiszeit stark vergletschert und sind nach der Entlastung vom Eise, wie schon *Jamieson* in seiner Eisdrucktheorie bemerkt hat, gehoben worden. Alle diese Länder umgeben eine sehr ausgeprägte Einsenkung in der Erdkruste, die heutzutage vom Meere eingenommen ist, — *de Geer* möchte es das Skandinavische Meer, abgekürzt den „Skandik" nennen.

Nun sind zwei von den Ländern, die den Skandik umgeben, und zwar Grönland und Spitzbergen, während des letzten Teiles der Tertiärzeit vertikal gehoben worden, wie direkt nachweisbar ist. So sind auf Spitzbergen alttertiäre, unter der Meeresfläche abgesetzte, noch heutzutage horizontal liegende Sedimente wenigstens 1000—1500 Meter gehoben, und zwar durch eine Krustenbewegung, die sich von der Meeresseite im Westen nach Osten hin fortgepflanzt hat und nach dieser Richtung mit von Westen überkippten Falten und Überschiebungen verbunden ist.

Hier liegt deshalb die Annahme nahe, daß die bewegende Kraft dieser marginalen (randlichen) Aufpressung der Kontinenthebung ihre Ursache in einer bedeutenden Bodensenkung des Skandiks hatte. Das Tiefseegebiet dieses Meeres ist auch fast ringsum scharf begrenzt von einer großartigen Böschung, die oft eine Höhe von 1500 bis 2000 Metern hat. Diese Böschung bildet die Grenze des Kontinentalsockels und ist nicht etwa, wie einige Geophysiker annehmen, die Ablagerungsböschung einer riesigen terrigenen Terrasse, von losen, kontinentalen Abtragungsmassen aufgebaut; ebenso wenig stellt sie eine zweite große Bruchlinie dar, wie die Steilküste von Skandinavien eine ist, denn diese Tiefseeböschung ist gar nicht steil und die Fjordzerklüftung fehlt ihr gänzlich. Sie ist deshalb keine eigentliche Bruchlinie, sondern nur eine sanfte, obwohl großartige Flexur, die das eingesunkene Tiefseegebiet gegen den verhältnismäßig unveränderten Kontinentalsockel begrenzt. Was dagegen die umgebenden Länder betrifft, die in einer auffallenden Weise von hohen Steilküsten begrenzt sind, so ist es, wie auf Spitzbergen nachgewiesen, sehr wahrscheinlich, daß sie durch die in spättertiärer Zeit durch Einsinken des Skandiks entstandenen radialen Magmaverschiebungen des Erdinnern horstförmig aufgepreßt sind; Anzeichen dafür liefern auch die auf Grönland entdeckten gehobenen Tertiärschichten.

Sehr bemerkenswert ist auch das Auftreten basaltischer Massenausbrüche als ausgeprägte Randzone längs der Farö-Island-Bank und der grönländischen Ostküste, auf etwa ein Drittel des Skandikumfanges; es ist wohl anzunehmen, daß auch die unterseeischen Partien des Island-Farö-Rückens und des grönländischen Kontinentalsockels von Basalt bedeckt sind. Diese ruhigen, aber großartigen, unzähligemal wiederholten und durch lange Zeiträume fortgesetzten Massenergüsse von ausgedehnten Lavabetten machen einen ganz anderen Eindruck als die Explosionsvulkane, und es liegt nahe, anzunehmen, daß diese Basaltmassen durch ihre Aufpressung den radialen Druck von dem einsinkenden Skandik her während geraumer Zeit ausgelöst haben. Später, als die Ausflußkanäle allmählich zugestopft wurden, trat, wo der Druck am stärksten war, eine horstförmige Landerhebung ein, und dabei wurden die Küstenstrecken oft am meisten gehoben, wofür Prof. *de Geer* eine Anzahl Beweise gibt.

Die durch Fjord- und andere Spaltentäler zersplitterte Kontinentrandzone, die den Skandik umgibt, und die noch zum großen Teil erhaltene Ober-

*) Petermanns Mitteil. 1912, Septemb.



flächengestalt sind in neuerer, und zwar spättertiärer, Zeit entstanden. Denn wäre es der Kontinentalsockel, der sich vorzugsweise bewegt und also sich gesenkt hätte, so würde er, nicht aber der Rand am meisten geborsten sein. Die tiefsten und kräftigsten Spaltentäler, einschließlich Fjorde, sind gerade längs des eingesunkenen Meeresgebietes ausgebildet. Die früheren Gletscher sind erst diesen präglazialen, d. h. jungtertiären Tälern gefolgt und haben wesentlich selektiv und sekundär gewirkt. Die ganze Anordnung dieser Täler, besonders in Fennoskandia, ist so bezeichnend, daß man ihren Ursprung von Spalten, und zwar von solchen, die in Zusammenhang mit einer tertiären Landerhebung entstanden sind, kaum bezweifeln kann. Von besonderem Interesse ist, daß die tiefsten Stellen der Fjorde gerade in der Nähe der Küste vorkommen, wo die größte Hebungsreibung und tiefste Spaltenbildung zu erwarten war. Wahrscheinlich gehören auch die meisten der skandinavischen Hochgebirgstäler zu derselben Kategorie, da gerade eine ganze Reihe der größten dieser Täler die Wasserscheide wie auch die letzte Eisscheide überqueren und gerade hier von den größten und tiefsten Talseen eingenommen sind, die ohne Zweifel Spaltenzonen voraussetzen.

Auffallend schnell nimmt in Fennoskandia mit dem Abstand vom Skandik auch die Spalten- und Fjordtopographie ab. In den östlichen, wenig gehobenen Teilen des Gebietes finden sich Reste von ausgeprägten Denudationsebenen im Grundgebirge, die gegen die horstförmig gehobenen Gegenden durch sicher nachweisbare Verwerfungsböschungen begrenzt sind.

Vorausgesetzt, daß Fennoskandia vor der tertiären Landhebung eine große, niedrige Denudationsfläche bildete, könnten die jetzigen allgemeinen Höhenverhältnisse eine Vorstellung von der Größenordnung der tertiären Landhebung abgeben. Unter dieser Voraussetzung versucht de Geer auf einer Karte die Rekonstruktion des tertiären Torsos. Es scheint, daß Fennoskandia dem Skandik nicht nur sein günstiges Klima und damit seine Kulturfähigkeit, sondern wahrscheinlich auch seine Erhebung über die Meeresfläche und somit selbst seine Existenz als Land zu verdanken hat.

Die Überschiebungstheorie.

Der augenblicklich zum Modewort gewordene Ausdruck „Filmzauber" erhält durch eine Reihe schöner Filmdarbietungen eine von seinem Urheber vielleicht gar nicht beabsichtigte Berechtigung. Da sehen wir im Verlaufe weniger Augenblicke den Lebenslauf einer Knospe vom Moment des Aufblühens bis zu dem des Verwelkens; ein zweiter Film entrollt in einigen Sekunden die Entwicklung des Schmetterlings von der Raupe bis zum fertigen Imago, ein dritter die Auferstehung des Hühnchens vom Stadium des Keimflecks bis zum Ausschlüpfen aus dem Ei. Was in Wirklichkeit Stunden, Tage, Wochen zum Werden beansprucht und in seinem wirklichen Verlauf nur dem geistigen Auge erreichbar ist, bringt der „Filmzauber" uns mittels des leiblichen Auges in wenigen Minuten, ja Sekunden zum Bewußtsein. Wie herrlich wäre es, wenn diese zeitlich komprimierende Wirkung des Films auch auf geologischem Gebiete zur Anwendung gebracht werden könnte, wenn wir das Steigen und Sinken der Schollen, das Sichfalten der Gesteine, das Steigen und Überkippen der Falten, das Abreißen einer solchen Falte von ihrer Wurzel, Vorgänge, die zu ihrer Vollendung Millionen Jahre beanspruchen, im Verlauf einer kurzen Stunde vor unseren Augen sich vollziehen sähen! Leider ist dazu keine Aussicht, wir werden uns hier immer mit theoretischen Darstellungen begnügen müssen.

In einer Arbeit über die schwedische Hochgebirgsfrage gibt Dr. Axel Hamberg eine Übersicht über die Häufigkeit der Überschiebungen,*) welche neuerdings bei der Erklärung des Baues der Alpen eine so hervorragende Rolle spielen. Die erste richtig erkannte Überschiebung, d. h. die Überlagerung einer Schicht durch eine aus der näheren oder ferneren Umgebung stammende, meist ältere Decke, beobachtete der britische Geologe Nicol in dem bekannten Überschiebungsgebiet des Nordwest-Hochlandes von Schottland. Er sprach 1860 schon die bestimmte Meinung aus, daß der auf dem dortigen Silur liegende Gneis keineswegs an seinem jetzigen Orte entstanden sei, sondern eine ältere Bildung sei, die durch einen horizontalen Schub über das Silur übergeschoben worden wäre. Bewiesen wurde dies sowohl durch die Beschaffenheit der Überschiebungsebene als auch durch die Übereinstimmung zwischen dem übergeschobenen Gneis mit demjenigen, der das Silur und den darunter kommenden Torridonsandstein unterlagert.

Eine andere Gegend, in der schon früh Überschiebungen festgestellt wurden, ist das belgisch-französische Steinkohlenbecken (1877). Dessen ganzer Südrand ist in der Erdoberfläche von dem Nordrand einer Überschiebungsebene, la Faille du Midi, begrenzt, deren hangende Schichten dem Unterdevon angehören, der also über Oberkarbon übergeschoben ist. Mehrere andere Überschiebungsflächen befinden sich nördlich davon, wodurch das Kohlenbecken sogenannte Schuppenstruktur erhält. Sämtliche ältere Decken sind stark gefaltet. Auf deutschem Gebiete werden die tektonischen Störungen allmählich schwächer. Diese von Gosselet gewonnene Auffassung des Baues des belgisch-französischen Kohlenbeckens gab dann Marcel Bertrand die Anregung, die sogenannte Glarner Doppelfalte als eine einfache, von Süden gekommene, breite, liegende Falte mit fast ausgewalztem Mittelschenkel oder als eine Überschiebungsdecke zu erklären. Er dehnte die Theorie auch zur Erklärung der allgemein vorkommenden abnormen Überlagerungen am Nordrand der Schweizer Alpen aus. In dieser Übereinstimmung des Aufbaues so verschiedener Gegenden sah er mit klarem Blicke ein allgemein gültiges Gesetz, wie aus den Schlußworten seiner Abhandlung (Bericht über den Bau der Glarner Alpen usw.) hervorgeht:

Die merkwürdige Übereinstimmung, die so in zwei Erhebungen verschiedenen Alters, der des

*) Geolog. Rundsch., Bd. III (1912), Heft 4.



Hennegaus und der der Alpen, zu Tage tritt, läßt vermuten, daß dem ein allgemeines Gesetz zu Grunde liegt, und daß das Ergebnis der Zusammenziehung des Erdballs infolge der Abkühlung nicht nur in der Faltung der Rinde, sondern auch in dem Aufrollen und der Verlagerung des Zentrums der Faltenzone besteht.

Im Jahre 1893 zeigte Schardt große Überschiebungen in den Alpen der Umgegend des Genfer Sees. Wenige Jahre später entwickelten Schardt und andere Schweizergeologen, wie Lugeon, C. Schmidt, Heim u. a., diese Theorie zu einem immer vollkommeneren tektonischen System. Danach kommt nördlich von der kristallinischen (Granit-Gneis-)Zone der Schweizer Zentralalpen, die meist nach Norden stark überkippte liegende Falten einschließt, vielfach eine Zone von stark gepreßten Glanzschiefern, dann folgt eine breite Zone liegender Falten tertiärer und mesozoischer Schichten helvetischer Fazies*), die die hohen Kalkalpen bilden. In der Gegend zwischen Arve und Thuner See können auf diesen Deckfalten wenigstens zwei aufeinander liegende Decken derselben geologischen Formationen, aber in einer anderen Faziesausbildung unterschieden werden, deren jede für sich gefaltet ist. Innerhalb jeder Decke ist die Schichtenfolge normal, an den Grenzflächen der Decken ist die Überlagerung abnorm. So ruhen z. B. die Juraschichten der unteren Decke, die sogenannte Chablais-Stockhorndecke, fast überall auf dem jüngeren Flysch (Tone, Sandsteine). Ihr Ursprungsort muß wahrscheinlich südlich von der Glanzschieferzone liegen. Die obere Decke, die Chablais- und Hornschuhbreccie, hat wieder zum Teil andere Fazies und muß aus noch südlicher gelegenen Gegenden herstammen. Endlich glaubt man noch Spuren einer dritten Decke, der rätischen Decke, gefunden zu haben, die eine ganz südalpine Fazies darstellt.

Den Aufbau des Rätikons, eines Gebirgszuges der Algäuer Alpen, versuchte man vergeblich durch Falten, die im Zusammenhang mit dem naheliegenden Untergrund stehen, zu erklären. Auch dieses Gebirge besteht, gleich den Freiburger und Glarner Alpen, aus ortsfremden, von Süden übergeschobenen Decken. Die Decken sind aber zum Teil andere als in den Freiburger Alpen. Auf einer Unterlage der „helvetischen Fazies" sowie der Glanzschiefer (hier Bündener Schiefer genannt) folgen nachstehende Decken in stark verquetschtem und ineinander geknetetem Zustand: 1. Falknisdecke (= Chablais-Stockhorndecke oder Klippendecke), 2. Brecciendecke (= Chablais- und Hornschuhbrecciendecke), 3. rätische Decke, 4. ostalpine Decke. Letztere kommt in den Ostalpen als ein neues Glied der Tektonik hinzu und enthält unter anderen große schwimmende, d. h. jedes Zusammenhanges mit ihrem ehemaligen Untergrunde beraubte Massen kristallinischer Gesteine.

*) Unter Fazies versteht man die verschiedenen, aber gleichzeitig gebildeten Ablagerungen derselben Periode, wie z. B. am Meeresboden zugleich und nebeneinander abgelagerter Ufersand, Wattenschlick, Muschelsand, Austernschalen.

Die Mehrzahl der Geologen, die sich mit dem Bau der Ostalpen jüngst eingehender beschäftigt haben, sind wohl darüber einig, daß die nördlichen Kalkalpen zwischen dem Rhein und Wien meist triadische Kalksteine sind, die über den Flysch der helvetischen Zone im Norden übergeschoben sind und eine von den entsprechenden Bildungen der Westalpen stark getrennte Fazies darstellen. Termier, der den ersten Versuch zur Analyse der Ostalpen mit Hilfe der Überschiebungstheorie gemacht hat, meint, daß die ganze gewaltige ostalpine Decke aus der Gegend im Süden der Hohen Tauern stammen. Unter dieser ostalpinen Decke scheinen aber noch ältere oder „tiefere" Decken vertreten zu sein. Die Hohen Tauern, die die ostalpine Decke durchbrechen, sind teils von einer Schieferhülle, teils von mesozoischen Kalken umgeben. Letztere gehören aber nicht der ostalpinen Fazies, sondern den nächsttieferen, sogenannten lepontinischen Decken an, die also hier die ostalpine Decke durchbrechen und auch am Nordrand der Ostalpen zu Tage treten.

Mehrere der oben angeführten Decken, wie die Chablais-Stockhorn- und die ostalpine Decke, sind nach Ansicht mancher Forscher aus mehreren einfachen Decken zusammengesetzt. Damit würde die Zahl der im Alpensystem nördlich von der kristallinen Zone vorhandenen selbständigen Decken ein Dutzend übersteigen; unter ihnen wären die ältesten und untersten vorzugsweise im Westen, die jüngsten und obersten hauptsächlich im Osten vertreten.

Hinsichtlich der Herkunft oder Wurzel der Decken gehen die Meinungen noch ziemlich weit auseinander. Allgemein angenommen wird, daß sämtliche Decken von Süden, in Frankreich von Osten gekommen sind, und daß ihr Ursprungsort um so südlicher liegt, je höher in der Reihe die betreffende Decke sich befindet. Die meisten Forscher, die sich darüber geäußert haben, scheinen insofern einig zu sein, als sie die Wurzel der jüngeren Decken, wenigstens von der rätischen Decke an, in die Gegenden südlich vom Alpenkamm verlegen.

Auch für die Karpathen ist die Gültigkeit der Überschiebungstheorie jetzt nachgewiesen. Nach den Untersuchungen Viktor Uhligs würden sich die am besten bekannten westlichen und nördlichen Teile der Karpathen aus fünf verschiedenen, von Süden nach Norden übereinander geschobenen Decken zusammensetzen. Sie werden von unten nach oben als subbeskidische, beskidische, pieninische, hochtatrische und subtatrische Decke bezeichnet.

Die beiden ersten Decken bilden die stellenweise 100 Kilometer breite karpathische Sandsteinzone, deren Überschiebung über das sudetische Vorland schon E. Sueß im ersten Bande seines „Antlitz der Erde" hervorgehoben hat. Beide Decken enthalten alte tertiäre, kretazeische und oberjurassische Schichten, unterscheiden sich aber durch verschiedene Faziesausbildung besonders des Alttertiärs. An Berührungspunkten fällt überall die subbeskidische Serie unter die beskidische ein. Das Ausgehende der pieninischen Decke ist nur wenige Kilometer breit, und es scheint diese Decke eine Riesenbreccie darzustellen, bei der große jurassische und unterkretazeische Felsen in oberkretazeische und alttertiäre Schichten eingeschlossen sind. Die Bildung dieser eigentüm-

lichen Masse erscheint in Dunkel gehüllt. Die höchsten Teile der Karpathen bilden die hochtatrischen und subtatrischen Decken. Hier ist eine starke Faltung vorgekommen. Die untere hochtatrische Decke tritt als Kern der Antiklinale*) in den Fenstern oder Lücken der subtatrischen Decke auf. Diese Kerngebirge enthalten Granit und kristallinische Schiefer, umgeben von permo-mesozoischen Gesteinen.

Die Überschiebungen im schottischen Hochland, in den Alpen und den Karpathen scheinen dem ganzen Vorderrand dieser Gebirge zu folgen, der also stets über das Vorland übergeschoben ist. Im belgisch-französischen Kohlenbecken ist dies auch der Fall, und in neuester Zeit glaubt man auch im Harz Überschiebungen angetroffen zu haben, was vielleicht als eine Andeutung einer allgemeinen Überschiebung des Außenrandes des ganzen variskischen Gebirges (der von Südwest nach Nordost durch Deutschland ziehenden, in Schlesien wieder umbiegenden Falten) betrachtet werden kann.

Ebenso verbreitet scheinen die Überschiebungen in den Pyrenäen, wenigstens auf ihrem Nordabhang, zu sein, wo sie einen ähnlichen Aufbau wie die Chablais-Stockhornkette in den Alpen zeigen. Auch der weite Bogen des Apennin und des Atlas ist ein ausgedehntes Gebiet von Überschiebungen, jedoch haben die Bewegungen der Deckschollen im Apennin in einer Richtung stattgefunden, die der in den Alpen entgegengesetzt ist. Dies hat einen Umtausch in der Reihenfolge der Decken veranlaßt: im Apennin liegen also die ostalpinen Dekken nicht wie in den Alpen über, sondern unter den lepontinischen. Als Ursprungsort der lepontinischen Massen des nördlichen Apennin werden Elbe und Korsika angegeben.

Das Juragebirge, das aus ziemlich regelmäßigen Falten besteht, bildet eine Ausnahme. Überschiebungen sind da weit seltener und kommen hauptsächlich nur im östlichen Teile vor.

Auch für Schweden sind nach Hambergs und anderer Beobachtungen für viele Gegenden Überschiebungen wahrscheinlich, und Törnebohm hat die Überschiebungstheorie mit Erfolg auf die ganze skandinavische Gebirgskette ausgedehnt. Aus außereuropäischen Gegenden sind nur wenige als Überschiebungen gedeutete tektonische Verhältnisse bekannt, hauptsächlich aus den Felsengebirgen und den Klamathgebirgen am Stillen Ozean, aus dem Appalachischen Gebirge und aus dem Himalaya.

Diese kurze Darstellung zeigt, daß die als Überschiebungen gedeuteten abnormen Erscheinungen von großer Häufigkeit sind. Von der Beträchtlichkeit des Weges, den gewisse Deckschollen zurückgelegt haben, bekommt man häufig eine Vorstellung durch die Faziesausbildung der Decken, wenn sie von der Faziesausbildung der naheliegenden Schichten abweicht, aber mit derjenigen entlegenerer Gegenden übereinstimmt.

Die Ursache und Entstehungsweise der Überschiebungen bleibt noch in den meisten Fällen dunkel. Wo die übergeschobenen Schichten eine einigermaßen deutliche liegende Falte bilden, ist die Ursache wohl meist in denselben Kräften zu suchen, die auch andere Gebirgsfalten gebildet haben. In anderen Fällen könnte man am ehesten an Unterschiebungen denken. Bei isolierten Schollen, die eine ganz ortsfremde Fazies einschließen, die in dem autochthonen Gebirge nicht sichtlich wurzeln, und deren Ränder rundum frei sind und Schichtenköpfe bilden, fehlen noch meist genügende Anhaltspunkte zur Erklärung ihrer Ortsveränderung. Die Überschiebung ist hier vorläufig nur als „vollzogene Tatsache" zu buchen.

Unter dem Titel „Die alpine Geosynklinale" wendet sich Prof. W. Deecke gegen die alpine Decken- und Überschiebungstheorie, die gegenwärtig, wie aus vorstehendem erhellt, das geologische Denken beherrscht.*)

Eine Geosynklinale soll eine zonenartige, daher langgestreckte Einmuldung von erheblicher Tiefe sein, so daß in der Regel das Meer in sie eindringt und lange, im Streichen der Mulde verlaufende Becken und Straßen schafft. Unter Hinweis auf die Tethys, auf das Flyschmeer, auf die miozäne See, das Mittelmeer konstruierte man im wesentlichen Geosynklinalen in der Richtung der Breitengrade und nahm vorzugsweise eine Verschiebung gegen den Äquator zu an, der nördlich die großen Faltungen als Ausgleich vorgelagert wären, also der Tethys vorgelagert z. B. der eurasische Alpenbogen. Prof. Deecke zeigt zunächst, daß andere Geosynklinalen eine ausgesprochene Richtung von Pol zu Pol zeigen. Sie können ferner nicht nur durch Faltung, sondern auch durch Bruch — beides ja nahe verwandte Erscheinungen — entstehen und zeigen deshalb auch, wie am Mittelmeer sichtbar ist, vielfach ausgesprochene Bruchränder.

Die Geosynklinalen sind die Sammler der Sedimente. Wenn sich ein solches Gebiet weiter vertieft, so nimmt es schließlich Schichten von mehreren tausend Metern Mächtigkeit in sich auf. Daran können wir ganz allein die Geosynklinalen vergangener Perioden erkennen. Wenn z. B. in Unter- und Mittelitalien Trias, Jura und Kreide als eine 2000 Meter mächtige Serie vorhanden sind, so muß eben der Boden im Laufe der Zeiten mindestens so tief gesunken sein, wenn nicht tiefer; denn sonst hätte sich dieses Sediment nicht so gewaltig entwickeln können. Es gibt ja genug Gebiete mit derartig mächtigen marinen Schichten. Deecke bezweifelt nur, ob das alles Geosynklinalen im obigen Sinne sind, und nicht vielmehr lokale Einsenkungen. Die Annahme, daß diese mächtigen Sedimente für die Gebirgsbildung eine besondere, d. h. genetische Bedeutung haben, also die Entstehung der Gebirge bewirken, wird ebenfalls zurückgewiesen.

Als Resultat der allgemeinen Untersuchung Prof. Deeckes erlangen wir nur allgemeine, verschwimmende Merkmale für die europäischen Geosynklinalen, die man auf ganz verschiedene Weise

*) Die älteren Erdschichten erscheinen uns jetzt stets mehr oder minder stark gefaltet. Zu jeder Falte gehören zwei Teile: eine Biegung nach unten, die Mulde oder Synklinale, und eine Biegung nach oben, der Sattel, die Antiklinale.

*) Neues Jahrb. f. Min., Geol u. Pal. XXXIII. Beilage-Band, 3. Heft.

deuten kann, keinerlei wirklich bestimmte Eigenschaften, nur ein Heben und ein Sinken des Bodens, und zwar meistens an bestimmten Stellen. Solange man in dem Sueß schen Sinne nur von Senkung redete, mußte die Hebung eine Faltungswirkung sein. Dann hatte man die Geosynklinalen als etwas Wirksames nötig. Deecke glaubt von all dem absehen zu können. Es entstehen Tiefen, Löcher, Kessel, Küsteneinbrüche scheinbar in beliebiger Weise, dann hebt sich das Land wieder. Die Faltung ist beschränkt auf bestimmte Zonen, die ihrerseits durch die alten Festländer bedingt sind. Die große nordische und afrikanische Masse haben das karbonische und tertiäre Gebirge in Europa hervorgerufen und begrenzt, wenn nicht viel ältere Dispositionen im Erdkörper existieren, deren unbedeutende Nebenerscheinungen die Falten sind.

Auf die sogenannte alpine Geosynklinale in der Trias übergehend, weist Deecke nach, daß sie in den Westalpen nicht vorhanden war, und daß auch in den Ostalpen eine einheitliche Bildung dieser Art zur Triaszeit nicht bestand. Der Einwand, daß die Trias ja erst der Beginn der großen Einmuldung war, die in der Jura- und Kreidezeit zur Vollendung kam, wird ausführlich widerlegt, ebenso der Einwand, daß schließlich diese Masse von Sedimenten zusammengenommen dennoch die Geosynklinale ergibt. Wir haben die ganze Serie nirgends beisammen, nirgends gibt es in den Alpen zusammenhängende Profile, irgendwo reißt auch bei Kontinuität der Lagerung der Faden ab. Das ist bei Überschiebung nicht zu erklären, außer durch das sonderbare Zurückbleiben der Sattelkerne.

Das Tertiär liefert allerdings mächtige neue Sedimente zu den alten hinzu, aber meistens nur auf deren Kosten. Es handelt sich im wesentlichen um eine Umlagerung bereits vorhandener Materialien. Es bringt aber ein neues Moment hinein, die eruptive Tätigkeit, die seit der Trias fast ganz geruht hatte. Die vulkanischen Herde, die durch Basalte, Diorite und andere Gesteine dargestellt werden, haben Inseln und Untiefen erzeugt und weisen eigentlich in keiner Eigenschaft auf benachbartes tiefes Tertiärmeer hin. Der Adamello, die Basalte, die Luganer und die mächtigen Bozener Quarzporphyre sind gleich dem Montblanc-, Aar- und Gotthardmassiv als in der Tiefe wurzelnd anzusehen. Diese und eine Reihe ähnlicher Massen müssen wir als Inseln oder Inselketten voraussetzen, um den Flysch zu erklären. Zwischen den rasch aufsteigenden Inselketten liefen tiefe Gräben. Durch das Aufsteigen sind nicht nur Kreide, Jura und Trias bloßgelegt, sogar die kristallinen Gesteine waren der Abtragung unterworfen. In den Flyschkonglomeraten treffen wir eine Unmenge von alpinen Gesteinen (Dolomite, Radiolarite, Porphyre, Granite usw.) teils abgerollt, teils eckig, als wäre kein langer Transport erfolgt, sondern der Schutt in mächtigen Schuttkegeln oder Strandterrassen rasch abgelagert. Die Mächtigkeit läßt auf lokale tiefe Rinnen oder Kessel schließen, an deren Rändern ähnlich wie beim Kalkschutt der dalmatinischen oder griechischen Inseln nahe am Ufer Anhäufung stattfand. Große Blöcke werden Bergstürzen gleich tiefer abgerollt sein, während der Schlamm sich in der Mitte der Rinnen absetzte. So mußte der Flysch seine sehr wechselnde Zusammensetzung erhalten, und seine petrographische Beschaffenheit beweist, daß ganz bedeutende ältere Massen abgetragen sein müssen. Diese Landbildung faßt Deecke mit der Rinnenbildung zusammen und denkt an Horste und Gräben, die wahrscheinlich nicht ganz in der Richtung des heutigen Alpenbogens liefen.

Flysch kann somit auf allen Formationen der Schweizer Alpen liegen und tut es auch. Flysch kann sehr wenig mächtig und andernorts wieder enorm dick sein. Er muß rasch im Habitus wechseln, was seine Bestimmung oft erschwert hat, und er muß alle Gesteine der früheren Perioden enthalten. Die Jura- und Kreideschiefer lieferten den tonigen, die Trias-, Jura- und Kreidekalke den Kalkflysch, Verrucano und kristalline Gesteine die sandigen Formen. In den Flyschkonglomeraten geht alles durcheinander. Hat der Flysch, wie behauptet wird, in 1000 Meter Dicke das ganze Alpengebiet bedeckt, so ist seine Zusammensetzung gar nicht zu verstehen; denn wo soll dann das alpine Material dazu hergekommen sein?

Die gewaltige Abtragung im Alttertiär erklärt nach Prof. Deecke, warum so manche höheren Schichtglieder lokal fehlen, und die ehemalige starke Rinnen- und Grabenbildung erklärt, warum sie strichweise erhalten sind. Bei der Hauptfaltung der Alpen spielten jedenfalls die alten, festen, hochliegenden, im Alttertiär entstandenen Inseln eine sehr große Rolle. Wenn die mit Flysch erfüllten, zwischen ihnen liegenden Rinnen gewissermaßen von den Seiten her zugeschoben wurden, so konnte eine mächtige Flyschmasse von doppelter bis mehrfacher Dicke eingefaltet werden, wie das im Glarner Gebiete, bei Briançon und vielfach anderswo sehen. Dabei kann auch der Flysch hochkommen und sich schließlich zwischen die pressenden Schraubbacken legen, was heute als Überschiebung bezeichnet wird, weil Kristallin auf Flysch ruht. In Wirklichkeit sind nur die Höhlungen der alten Oberfläche durch den kräftigen Seitendruck verschwunden, und wenn nun von unten her Profile beobachtet werden wie: Flysch, Malm, Dogger, Trias, Granit, so braucht das nichts anderes zu sein als die südliche Seite einer alttertiären Furche, die infolge des kräftigen Schubes von Süden her auf die vorliegenden Massen aufgeklappt ist. Bei dieser Auffassung hätten wir freilich alle die schönen Luftsättel oder die unterirdischen, kühnen, oft recht problematischen Verbindungen wegzulassen oder nur dort zu konstruieren, wo wir wirklich den Zusammenhang sehen. Man kann in der Deutung sehr vieler Profile mit einfacheren Mitteln auskommen, wenn man sich nur von der Idee losmacht, daß bis zum Miozän das Alpengebiet nie tektonisch bewegt, niemals in wechselnder Weise denudiert worden sei.

Dazu kommt noch ein weiteres Moment. Angenommen, frühere tektonische Prozesse hätten den Boden bereits zerrissen, z. B. durch im allgemeinen vertikale Brüche. In der Mitte der Alpen entsteht später die Hauptauftreibung, was die Ursache und das Endergebnis der Faltung ist: so müssen



dabei alle diese früheren Diskordanzen (Lagerungsstörungen) schiefgestellt werden, bei Überfaltung bis zu annähernd horizontaler Lage. Somit erscheinen auch sie uns als Überschiebungen. Haben die vertikalen Störungen im Alttertiär Flysch neben Kreide gelegt, so ist anscheinend jetzt die Kreide über den Flysch überschoben. Deecke will gar nicht leugnen, daß vielleicht große Überschiebungen mit Faltung entstanden sind; nur dürfte man selbst als Prophet nicht Berge gar zu weit versetzen wollen. Es erscheint unzulässig, gewisse Stöcke oder Klippen einfach von Süden „herschwimmen" zu lassen oder die ganzen Ostalpen als eine mächtige, aus Südtirol herrührende Decke aufzufassen.

Kurz und gut: die Geosynklinale, die eine Stütze der alpinen Deckentheorie, war nicht vorhanden. Die Alpen selbst sind im ganzen Mesozoikum ein unruhiger Streifen gewesen, teils Inseln, teils Flachsee, teils tiefe Kessel und lange Rinnen. Dadurch charakterisieren sie sich als eine seit dem Paläozoikum schwache Stelle des Erdkörpers, die dann aus uns unbekannten Gründen Anlaß zur tertiären Faltung gab.

Eiszeit oder Eiszeiten?

Diese Frage, die wahrscheinlich noch lange zur Erörterung stehen wird, beschäftigte auch die 18. Tagung des deutschen Geographentages zu Innsbruck 1912.*) Prof. Dr. R. Lepsius vertrat seine Anschauungen über die Einheit und die Ursachen der Eiszeit in den Alpen, die unseren Lesern nicht unbekannt sind (siehe Jahrbuch X, S. 103). Er besprach zunächst die sogenannten zwischeneiszeitlichen Ablagerungen im Alpengebiet und wies nach, daß die Flora auf dem Höttinger Graben (600 Meter über Innsbruck) und in der Barleppaschlucht in der Nähe des Iseosees pontisch ist und aus der Tertiärzeit stammen muß, weil die Funde in der unter den Moränen lagernden Seekreide gemacht sind. Prof. Lepsius schließt sich also der Auffassung älterer Geologen von der Voreiszeitlichkeit dieser Ablagerungen an. Es fehlen uns noch zu viele Voraussetzungen, um die Ursachen der Eiszeit schon heute in voller Klarheit erkennen zu können. Doch läßt sich jetzt schon folgendes sagen:

Unhaltbar ist die Annahme, es habe in der Eiszeit eine Bedeckung der Erdoberfläche mit Eis bis zum Äquator stattgefunden, denn es ist z. B. in Japan südlicher als 50 Grad nördl. Br. keine Spur der Eiszeit nachgewiesen (siehe unten) und ebenso wenig in den Anden. Annehmbar erscheint vielmehr die Ansicht schwedischer und norwegischer Forscher, daß die skandinavische Eiszeit dadurch entstanden ist, daß Skandinavien zur Eiszeit doppelt so hoch war wie heute, und daß von den hohen Gebirgen die Gletscher nach England und Deutschland geflossen sind. Demnach wäre die skandinavische Eiszeit nur einer örtlichen Ursache zuzuschreiben. Für diese Ansicht spricht der Umstand, daß das Gebiet des Dnjepr und Dnjestr bis zum 50. Grad vergletschert, die Wolga aber fast ganz eisfrei war und daß die Vergletscherung im Nordosten über das Uralgebirge im 65. Breitengrade gegangen ist. Die Erhebung der Gebirge zur mittleren Diluvialzeit wäre so bedeutend gewesen (1200 bis 1500 Meter), daß die skandinavischen Gebirge und die Alpen in hohe kalte Luftschichten kamen, wodurch die große Vergletscherung eintrat. Nord- und Ostsee sind damals noch Festland gewesen und die norddeutsche Tiefebene lag auch höher. Die skandinavischen Gletscher sind von den hohen Gebirgen so weit hinuntergeglitten, wie sie Gefäll hatten. Damit erklärt sich die Überschüttung der norddeutschen Tiefebene mit Moränen. Ein Wechsel von kaltem und warmem Klima zur Eiszeit ist nicht nachzuweisen. Dagegen ist ein allmähliches Aufsteigen der Alpen bis zur mittleren Eiszeit erfolgt. Statt eines Klimawechsels und einer über die ganze Erde sich erstreckenden Erkaltung muß man örtlich beschränkte tektonische Verwerfungen, Senkungen und Hebungen annehmen. Gegenüber der Ansicht, daß die Eiszeit durch verminderte Wärmestrahlung der Sonne entstanden sei oder durch abnorme Zustände in der Erdatmosphäre, ist die Annahme eines lokalen Auftretens der Eisperiode ein entschiedener Fortschritt. Die morphologischen Details, auf die Penck und Brückner ihre Theorie wiederholter Eiszeiten in den Alpen gestützt haben, bleiben zu Recht bestehen, aber ihre Deutung ändert sich.

Gegenüber diesen Ausführungen vertrat Prof. Penck in der Erörterung des Vortrages entschieden seinen Standpunkt wiederholter Eiszeiten, weiterer Verbreitung der Eiszeit und tieferen Herabreichens der damaligen Schneegrenze. Prof. v. Drygalski erklärte, daß ihm bei seinen Studien über die Glazialverhältnisse in Oberbayern Zweifel an der Vielheit der Eiszeiten aufgetaucht seien. Geologisch sei auch eine derartige Unruhe in der Natur unverständlich und sonst nirgends vorhanden. Er stimmte Lepsius in der Annahme der Einwirkung der Hochgebirge auf die Entstehung der Eiszeit zu, hält aber mit Penck die Eiszeit für universeller. Die Entstehung dieser Periode war an ihren Hauptpunkten lokaler Art, für die Glazialzeit war die im Gebirge vorhandene Feuchtigkeit notwendig. Daher erkläre sich auch die so starke Vereisung der Antarktis.

An der Mehrheit der Eiszeiten hält auch der Botaniker H. Brockmann-Jerosch in einer Arbeit über die vielumstrittene fossile Flora bei Güntenstall unweit Kaltbrunn (Kanton St. Gallen) fest; sie ist von ihm unter sehr günstigen Umständen aufs neue untersucht und beschrieben worden, wobei die Zahl der gefundenen Pflanzen stark vermehrt werden konnte.*) Im Gegensatz zu anderen Untersuchern, welche diese Flora für interglazial erklärten, gelangt Brockmann dazu, sie für eiszeitlich zu halten. In sorgfältigen Einzeluntersuchungen und genauer Klarstellung der geologischen Lagerung der fossilführenden Schichten sowie durch Rekonstruktion der ehemaligen Verhältnisse konnte er einen an immergrünen Arten reichen Laubwald nachweisen, der direkt neben

*) Peterm. Mitteil. 1912, Juliheft.

*) Referat im Bot. Zentralbl. 1912, Nr. 30 (E. Baumann).



dem damals noch bis gegen Rapperswil-Hurden reichenden Linthgletscher sich ausdehnte. Er bestand überwiegend aus Stieleichen, Linden (Tilia platyphyllos), Haselnuß, weißem Ahorn u. a., untermischt mit den immergrünen Arten Eibe, Edeltanne, Stecheiche (Ilex aquifolium) u. a.

Alle diese Arten kommen in jener Gegend noch heute vor, aber die Zusammensetzung der glazialen Laubwälder aus ihnen war eine andere und weist auf das Vorherrschen der die Feuchtigkeit liebenden Laubbäume hin. Die Vegetation der unvergletscherten Gebiete bestand hauptsächlich aus ozeanischen Laubwäldern, in denen die Stieleiche überwog.

Die Eichenperiode, in die *Brockmann* die fossile Flora von Güntenstall verlegt, ist nicht eine Zeit der späteren Nacheiszeit, sondern sie gehört der Eiszeit selbst an. Die sogenannte Dryasflora klammerte sich nur an den Rand der Vereisung an. Sie bewohnte also nur eine verhältnismäßig schmale Region in unmittelbarster Nähe des Gletschers und war von einem Streifen von Birke (B. pubescens) und Zitterpappel umgeben. Ein weiterer Streifen von Kiefer vermittelte mit dem Eichenwald. In der Dryasflora von Güntenstall findet sich noch eine andere wärmeliebende „Beiflora" beigemischt, hauptsächlich Wasser- und Sumpfpflanzen (Sparganium, Potamogeton, Myriophyllum, Menyanthes u. a.), die ihrerseits den heutigen durchschnittlichen Wärmeverhältnissen entspricht. Eine fossile Quartärflora außerhalb des Gletscherbereiches, die auf ein kälteres Klima hinwiese, fehlt durchaus.

Gestützt auf diese Tatsachen, gelangt *Brockmann* zu folgenden Schlüssen über das Wesen der eiszeitlichen Verhältnisse:

Die Temperatur der Diluvialperiode war im Durchschnitt der heutigen ähnlich, die Niederschläge waren aber bedeutend größer, das *Klima sehr ozeanisch*. Paläontologische Anzeichen einer Unterbrechungsperiode mit kontinentalem Klima *fehlen*.

Die Eiszeiten sind fast ausschließlich durch *größere Niederschläge* hervorgerufen, bei einer möglichen, aber nicht nachgewiesenen Temperaturerniedrigung von höchstens 1·5 Grad (während des Bühlstadiums oder während einer in ihrer Ausdehnung diesem Stadium entsprechenden Vergletscherung).

Es müssen in erster Linie *Niederschläge in fester Form* gewesen sein, welche die Bühleiszeit verursachten.

Auch die Interglazialzeiten verlangen die Annahme eines ausgesprochen ozeanischen Klimas.

Während der Eiszeiten waren die Depressionen der Vegetationsgrenzen, falls überhaupt vorhanden, gering.

Aus der fossilen Flora ist es unmöglich, die Schneegrenze während ihrer Ablagerung zu bestimmen.

Die Verbreitung der diluvialen Tiere führt zu ähnlichen Folgerungen. Die diluviale Fauna war gemischt; nordische und alpine Tiere lebten mit den Steppentieren und den heutigen Waldtieren und Dickhäutern zusammen. Dieser „Kosmopolitismus" der Fauna verlangt eine Gleichzeitigkeit der Gletscher mit Wäldern.

Die nacheiszeitliche Entwicklung der Flora steht nicht unter dem Einfluß der Temperaturzunahme, sondern unter dem Einfluß einer Abnahme der Niederschläge.

Eine Eiszeitparallele zwischen Norddeutschland und den Alpen versucht *H. Habenicht* unter Reduzierung der vier *Penck*schen Eiszeiten auf zwei zu ziehen.*) Nach ihm ist für den Meteorologen und Geographen eine zeitliche Verschiedenheit der Vergletscherungen Norddeutschlands und der Alpen undenkbar. Beide müssen gleichzeitig und gleich vielmal vergletschert gewesen sein. Es scheint sich immer mehr die Ansicht zu befestigen, daß die letzte Ursache der großen Eiszeiten, deren Spuren sich auf beiden Halbkugeln in so ausgedehntem Maße nachweisen lassen, in ausgeprägtem Pluvialklima (Regenzeit) zu suchen ist. Massenhafte Niederschläge während jeder Jahreszeit, auf den Gebirgen in Form von Schnee auch während des Sommers, bilden die Grundbedingung einer Vergletscherung halber Kontinente bis in die gemäßigte Zone.

Für die Alpen, wo sich die Endzungen der eiszeitlichen Gletscher aus den Tälern vordringend bis weit in die Vorlande erstreckten, ist folgendes klar: Innerhalb des von Gletschern bedeckten Gebietes fanden bei jeder Eiszeit zwei Terrassenbildungen durch Fluvialerosion (Abtragung durch fließende Gewässer) und zwei Fluvialaufschüttungen von Geröll- oder Schottermassen statt; die erste während der langen Pluvialzeit des Vordringens der Gletscher bis zu ihrer größten Ausdehnung, die zweite während des Rückzuges dieser Gletscher durch die immer noch beträchtlichen Niederschlagsmengen und die Schmelzwässer der Gletscher. Diese beiden Überschwemmungsperioden wurden innerhalb des Vergletscherungsgebietes durch die Vergletscherung voneinander getrennt. Während der zwei Überschwemmungsperioden wurden zwei Flußterrassen und zwei Aufschüttungen von Geröllmassen erzeugt, während der sie trennenden Vergletscherung aber die Gletscherschiffe, Drumlins, Gletschererosionen und Endmoränen.

Pencks vier Eiszeiten, die er aus den vier Geröllmassenaufschüttungen und den vier Talterrassen ableiten, reduzieren sich hienach auf zwei Eiszeiten, und diese harmonieren genau mit den Alt- und Jungdiluvien, den alten und jungen Urstromtälern und den zwei Eiszeiten Norddeutschlands, die sich durch alte und junge End- und Grundmoränen dokumentieren.

Die Eiszeitenchronologie für beide Gebiete gestaltet sich demnach wie folgt:

Alpen.	*Norddeutschland.*
1. Erste Pluvialperiode. Aufschüttung d. Geröllmassen des Hochfeldes, älteste (oberste) Terrassenbildung, *Pencks Günzperiode*, Hochwasserstand.	1. Diluvialtransgression. Absatz des Altdiluviums, erster Hochwasserstand der Flüsse und Seen.

*) Das Weltall, 12. Jahrg. (1912), Heft 18.

2. Erste und Große Eiszeit. Ausdehnung der Alpengletscher bis an die Aarmündung in den Rhein, die obere Donau usw. Pencks niedere Altmoräne (Rißperiode).	2. Ausdehnung der skandinavischen Gletscher bis in die Gegend von Leipzig. Transport der nordischen Geschiebe bis dahin.
3. Erster Rückzug der Gletscher, Anschüttung des 2. Schotterfeldes durch die Schmelzwässer. Erosion der zweiten Talterrassen, Pencks R ßperiode.	3. Rückzug der ersten Eiszeitgletscher, Bildung der alten Rückzugsmoräne und der alten großen Alluvialurströme.
4. Kontinental- oder trockene Interglazialperiode. Bildung echten Interglaziallösses, völliges Schwinden der Gletscher. Jahresmitteltemperatur einige Grad höher als heute.	4. Zurückweichen des Meeres bis zu Landverbindung mit Amerika, Steppen und Wüstenklima in Europa, Lößbildung. Austrocknung vieler Seen und Flußbetten.
5. Zweite Pluvialperiode, dritte Schotteranfschüttung, Erosion der dritten Talterrassen, Pencks Mindelperiode, zweiter Hochstand der Binnengewässer.	5. Zweite Diluvialtransgression, Absatz des Jungdiluviums, Transport der nordischen Geschiebe und des Lößlehms oder Mergels (durch die Diluvialflut) bis an die Südgrenze der nordischen Geschiebe, zweiter Hochwasserstand der Flüsse und Seen.
6. Zweite oder kleinere Eiszeit, Vordringen der Alpengletscher bis zum Westende des Bodensees, Bruck an der Amper, Gars am Inn usw. Die End- und Rückzugsmoränen sowie Drumlins und kuppigen Grundmoränen sind bis heute sehr gut erhalten und unbedeckt von Löß oder Lößlehm (Pencks Wurmperiode).	6. Zweite Eiszeit, in der die skandinavischen Gletscher nur bis auf die baltische Seenplatte vordrangen und dieselben gut erhaltenen Endmoränen, Drumlins und stark kuppigen Grundmoränen hinterließen wie die Gletscher der zweiten Alpenvereisung.
7. Zweiter Rückzug der Gletscher, vierte Schotteraufschüttung und Erosion der vierten oder untersten Talterrassen durch die Schmelzwässer (Pencks Wurmperiode).	7. Zweiter Rückzug der Gletscher, Bildung der jungalluvialen Urstromtäler.
8. Rückgang der Fluß- und Seenspiegel bis zu dem Stande der Gegenwart.	8. Rückgang der Fluß- und Seenspiegel bis zu dem Stand der Gegenwart durch fortschreitende Alluvion und Erosion.

Die Klimawandlung seit der letzten Eiszeit und ihre Wirkung auf die Beschaffenheit der Bodenoberfläche erfolgte in folgender Ordnung: 1. Sumpftundra, 2. Wald, 3. Steppe und 4. Wüste. Diese durch zahlreiche Funde aus Tier- und Pflanzenwelt erwiesene Ordnung ist dieselbe, in der wir gegenwärtig die betreffenden Zonen örtlich zwischen den polaren Eisregionen und den Tropen angeordnet finden.

Dieselbe Klimawandlung fand natürlich auch nach der ersten oder großen Eiszeit, in der Interglazialperiode statt. Sie war aber in Europa viel weiter vorgeschritten als gegenwärtig, in Mitteleuropa schon bis zur Steppen- und Wüstenbildung, wie die Lößbildungen aus jener Zeit mit den entsprechenden Tierresten beweisen.

Zweifellos hat sich der Originallöß nicht während einer Eiszeit auf der Tundra gebildet, denn die Tundra ist ein Sumpfgebilde, zur Eiszeit herrschte in ganz Europa ausgeprägtes See- und Niederschlagsklima, der Löß aber ist ein winderzeugtes (äolisches) Staubgebilde des richtigen Steppenklimas, das an Wüstenklima grenzt. Die Fauna der Tundra unterscheidet sich streng von der der eigentlichen Steppen. v. Richthofen betonte ganz richtig, daß zur Zeit der Lößbildung Europa eine weit größere Ausdehnung nach Westen gehabt habe und der Atlantische Ozean weit zurückgetreten sein müsse, als in Europa Steppen- und Wüstenklima herrschte.

Wenn neuerdings einige Geologen dazu neigen, diese Klima- und Meeresschwankungen auf Hebungen und Senkungen der Erdkruste zurückzuführen, so irren doch manche durchaus, wenn sie Eiszeiten in die Erhebungs- und Kontinentalperioden verlegen. Denn alle Tatsachen der Klimalehre deuten auf See- und Niederschlagsklima (maritimes Pluvialklima) als Ursache ausgedehnter Gletscherbildung, während ausgedehnte Steppen und Wüsten sich nur im Innern großer Kontinente bilden können, wo die Gletscher selbst auf den höchsten Gebirgen auf ein Minimum beschränkt sind. Die Hebungen und Senkungen, welche die Klimaschwankungen der Quartärzeit verursachten, müssen sehr weit verbreitet gewesen sein. Ihre Ursachen und die mit ihnen verbundenen Deformationen der Erdrinde glaubt Prof. Habenicht in seiner „Exakten Schöpfungsgeschichte" nachgewiesen zu haben.

Der Professor der Geologie an der Universität in Tokio, M. Yokoyama, weist darauf hin, daß auf den japanischen Inseln keine Spuren einer diluvialen Eiszeit nachzuweisen sind, daß Gletscher in Japan niemals existiert haben, wahrscheinlich weil das Klima niemals kalt genug gewesen ist, um sie zu erzeugen. Er geht der Frage nach, weshalb dies nicht der Fall gewesen ist. Allgemeine kosmische Ursachen, von den Planeten oder vom Weltraume ausgehend, sind ausgeschlossen, da ja auf der nördlichen Halbkugel gleichzeitig in Europa Eiszeit und in Japan warmes Klima herrschten. Von sonst in Betracht kommenden Ursachen erwägt Prof. Yokoyama die folgenden drei: die Schwankungen der Erdachse in den Polen; stärkere oder geringere Mengen von Kohlensäure in der Atmosphäre als Folgen vulkanischer Ausbrüche; eine andere Verteilung von Land und Wasser.

Gegen die zweite Möglichkeit wird angeführt, daß nicht nachzuweisen ist, daß zur Diluvialzeit in Europa die Kohlensäuremenge zu-, in Japan abgenommen habe; in Japan seien schon zur Tertiärzeit ausgedehnte Ausbrüche von Lipariten und Andesiten gewesen und existieren noch jetzt zahlreiche aktive Vulkane. Übrigens steht die ganze Kohlensäuretheorie von Svante Arrhenius, wie Prof. R. Lepsius betont, auf so schwachen Füßen, daß sie als Ursache von Klimaschwankungen der Erde ausscheiden muß.

M. Yokoyama ist geneigt, die erste Ursache, eine Polverschiebung, als Ursache der Eiszeitlosigkeit Japans gelten zu lassen, wie sie früher auch zur Erklärung der Miozänfloren des hohen Nordens (Spitzbergen, Grönland) angenommen wurde.



Prof. R. Lepsius*) betont in einer Besprechung der Arbeit des Japaner Geologen, daß diese miozäne arktische Laubbaumflora nicht einseitig, sondern zirkumpolar gewachsen sein müsse, da ihre Reste nicht nur auf Spitzbergen und in Nordgrönland, sondern auch auf der Melvilleinsel und an der Mackenziebai im Kanadischen Eismeer aufgefunden worden ist.**)

Für die tertiäre Zeit kann also nach Professor Lepsius die Einwirkung einer Polverschiebung auf das Klima der arktischen Länder nicht nachgewiesen werden; die Schwankungen der Erdachse sind offenbar zu gering im Verhältnis zu der maßgebenden Eigenwärme der Erde. Für die diluviale Zeit und ihre Eisverbreitung können die geringen Polschwankungen der Erdachse noch viel weniger als für die tertiäre Zeit maßgebend sein, sowohl wegen der Kürze der Zeit als wegen der ganz unregelmäßigen Verbreitung der diluvialen Vergletscherungen auf der Erde.

Es bliebe also als Ursache für die Nichtvergletscherung von Japan die klimatische Einwirkung im Wechsel der Verschiebung von Land und Meer, sowie der bedeutenden Meeresströmungen. Diesen Punkt, auf den Prof. Yokoyama kein großes Gewicht legt, sieht Lepsius als den ausschlaggebenden an. Er glaubt, daß sich mittels dieser Ursachen alle Erscheinungen der diluvialen Eiszeit erklären lassen (siehe Jahrb. X, S. 103), und erklärt durch sie auch das Fehlen einer Eiszeit in Japan.

Nach Korallenfundorten zu schließen, lag die Gegend der Tokiobai und der Halbinsel Sobo zur Diluvialzeit tiefer im Meere als jetzt, so daß dort, wo jetzt eine geschlossene Landmasse sich befindet, zur diluvialen Zeit mehrere kleine Inseln und offenes Meer waren.

Nun steht die Südküste der größten japanischen Insel (Honshu-Nippon) nahe nördlich von dem hier nach Nordost in den Pazifik hinausfließenden warmen Meeresstrom „Kuroshio" (d. h. schwarzer Salzwasserstrom). Gerade an der Südostecke der Insel bei der Halbinsel Sobo trifft dieser warme Passatstrom auf den von Norden her fließenden kalten Meeresstrom „Ojaschio".

Schon eine geringe Veränderung der Küsten und Inseln im Ostchinesischen Meere, also zwischen Formosa und Honshu, wie sie von M. Yokoyama für die Gegend der Tokiobucht angegeben wird, müßte dem warmen Kuroshio eine etwas andere Richtung als die heutige verleihen. Sobald an der Südostküste von Honshu der warme südliche Meeresstrom zwischen die dortigen Inseln zur Diluvialzeit wärmeres Wasser bringen konnte, vermochten die von Yokoyama angeführten Korallen an den Küsten beim jetzigen Noma zu wachsen, während sie heutzutage erst einige Breitengrade weiter südlich anzutreffen sind.

*) Geol. Rundschau, Bd. III, Heft 3. — Die Arbeit des Prof. Yokoyama in Journ. of the College of Science, Imp. Univ. of Tokio 1911, Oktober.

**) Diese Punkte liegen so zueinander, daß sie die Möglichkeit einer Polverschiebung vielleicht doch nicht ausschlössen; wenigstens kann man eine nur an diesen Punkten angetroffene Flora noch nicht als zirkumpolar bezeichnen. H. B.

Endlich ist die Behringstraße zwischen dem Pazifik und dem Eismeere erst in jüngerer Diluvialzeit durch Absinken des nordasiatischen Festlandes geöffnet worden; da erst konnte die kalte Strömung von Norden herzudringen. Eine diluviale Vereisung in Japan konnte sie nicht mit verursachen.

Zum Schlusse hebt Prof. Lepsius hervor, daß der Nachweis einer in Japan fehlenden diluvialen Eiszeit und wärmerer diluvialer Meeresküsten im Südosten der Insel Honshu von größter Bedeutung für die Auffassung und Ursachen der europäisch-kanadischen Eiszeit ist. Wenn in Japan in denselben nördlichen Breiten, die in Europa eine ausgedehnte Vergletscherung zeigten, keine Spuren einer Eiszeit nachzuweisen sind, so bedeutet dies, daß die Eiszeit in Europa keine „allgemeinen", keine tellurischen oder gar kosmischen Ursachen gehabt haben kann. Aber nicht nur in Japan, sondern in ganz Sibirien und der Mandschurei wurden Gletscherspuren bisher nicht aufgefunden. Und wenn wir eine Karte der Erde ansehen, auf der die Ausdehnung der diluvialen Vergletscherung aufgezeichnet ist, so erkennen wir, daß nur ein sehr kleiner Teil aller Kontinente von der Vereisung ergriffen war; und auch hier nur solche Gebiete, die im Bereiche von auch jetzt zum Teil noch vergletscherten Hochgebirgen liegen. Daher nimmt Lepsius an, daß nur da, wo Gebirge hoch genug über dem Meeresspiegel erhoben waren, eine Vergletscherung entstehen konnte, und daß auch Tiefländer, wie Norddeutschland und Kanada, zur Eiszeit höher als jetzt über dem Meeresspiegel gelegen haben müssen. Das ist die alleinige Ursache der diluvialen Eiszeit.

Für die japanischen Inseln fehlt beides: weder stand ein breites und langes Hochgebirge, auf dem Firne und Gletscher erzeugt werden konnten, im Rücken Japans, noch lag das Land bedeutend höher über dem Ozean als jetzt, wie der von Professor Yokoyama beschriebene Fundort Noma mit seiner diluvialen Korallen- und Weichtierfauna beweist.

Ein schon im vorigen Jahrbuche (X, S. 97) berührtes Untersuchungsgebiet, die Veränderungen des Klimas seit dem Maximum der letzten Eiszeit, behandelt auf Grund einer Sammlung von Berichten, die vom Exekutivkomitee des 11. Internationalen Geologenkongresses herausgegeben sind, Prof. Dr. E. v. Cholnoky.*)

Seit dem Rückzug der diluvialen Vergletscherung hat sich das Klima der Erde jedenfalls verändert. In Skandinavien läßt sich das Klima im Rückzugsstadium des Eises und in den darauf folgenden Zeitperioden am besten feststellen, da hier die dürftigen Spuren der klimatischen Faktoren weder durch großen Pflanzenreichtum noch durch rasche Umgestaltung desselben und dichte Bevölkerung verwischt sind. So ist es leicht verständlich, daß das Studium der nacheiszeitlichen Klimaschwankungen gerade in den arktischen und subarktischen Gebieten die schönsten Ergebnisse gezeitigt hat.

Nach den am besten ausgearbeiteten schwedischen Berichten hat sich das Eis nach der maximalen Vergletscherung ununterbrochen, jedoch mit einigen Ruhepausen, vielleicht auch neueren kleinen

*) Peterm. Mitteil. 58. Jahrg. 1912, Aprilheft.

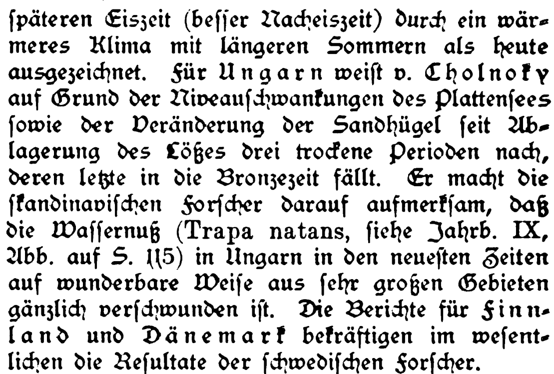


Vorstößen, in Skandinavien zurückgezogen. Dem weichenden Eise folgte das Meer, das damals ein höheres Niveau als heute aufwies und das wir nach den ihm eigenen, die arktischen Gewässer charakterisierenden Muscheln **Yoldiameer** nennen können, ein Name, der zugleich jenen Zeitabschnitt bedeutet, in dem das Eis vom südlichen Teile Schwedens seine heutige Grenze erreichte. In der darauf folgenden Zeit hat in Skandinavien das Meer noch zweimal transgrediert (seinen Bereich überschritten), in der Ancylus- und in der Litorinazeit.

Entsprechend diesen drei Transgressionen läßt sich nun auch die Spätglazial- und Postglazialzeit einteilen. Auf Grund der schwedischen Forschungsergebnisse war das Yoldiameer ein arktisches Meer, und demgemäß kann auf ein Klima geschlossen werden, das in der Umgebung der sich zurückziehenden Eisdecke gleichfalls arktischen Charakter trug.*) Hierauf setzte eine intensive Erwärmung ein, die ihren Höhepunkt am Ende der **Ancyluszeit** erreichte; doch haben wir es auch zu Beginn der Litorinazeit noch mit einer Periode zu tun, die wärmer als die heutige war. Das Klimaoptimum der Ancyluszeit war kontinental, gekennzeichnet durch trockenes Klima, das anscheinend ganz bestimmt in Holland, Norddeutschland und Skandinavien in den sogenannten „Grenztorfschichten" nachzuweisen ist. Die Ancylusperiode entspricht ungefähr der neolithischen (jüngeren) Steinzeit, die Litorinaperiode der Bronzezeit.

Die Meinungen der Fachgelehrten hinsichtlich des nacheiszeitlichen Klimaverlaufes gehen sehr auseinander. In **Deutschland** herrschte zur Yoldiazeit eine arktische Flora vor, das Klimaoptimum fällt auch hier wahrscheinlich in die Ancylusperiode. Über die Zeit der Lößbildung hat sich eine einheitliche Auffassung nicht ergeben; ob es ein Steppenklima gab oder nicht, und in welche Zeit es zu setzen sei, ist gleichfalls unentschieden. In der **Schweiz** steht H. **Brockmann-Jerosch** mit seiner Auffassung ganz allein. Ihm erscheint die Zeit von der größten Ausdehnung des Eises bis zur Gegenwart als ein ungestörter Übergang von einem sehr ozeanischen Klima in ein mittleres. Die Klimaänderung ist nach ihm also nicht durch abnehmende Temperatur, sondern durch abnehmende Feuchtigkeit und größere Temperaturextreme gekennzeichnet.

Für **Österreich** führt E. **Brückner**, der ausgezeichnete Kenner des alpinen Klimas im Eiszeitalter, die Schwankungen in der Nacheiszeit auf reine Temperaturschwankungen zurück. Für die Epoche von der Würmeiszeit bis zum Daunstadium stellt er ein ungleichmäßiges, jedoch ununterbrochenes Milderwerden mit zwei zeitweiligen Gletschervorstößen (Bühl- und Gschnitzstadium) fest. Diese lassen sich jedoch nicht in Parallele mit den skandinavischen Rückzugsstadien stellen. Nach v. **Hayeks** Ansicht waren die Ostalpen in der



späteren Eiszeit (besser Nacheiszeit) durch ein wärmeres Klima mit längeren Sommern als heute ausgezeichnet. Für **Ungarn** weist v. **Cholnoky** auf Grund der Niveauschwankungen des Plattensees sowie der Veränderung der Sandhügel seit Ablagerung des Lößes drei trockene Perioden nach, deren letzte in die Bronzezeit fällt. Er macht die skandinavischen Forscher darauf aufmerksam, daß die Wassernuß (Trapa natans, siehe Jahrb. IX, Abb. auf S. 115) in Ungarn in den neuesten Zeiten auf wunderbare Weise aus sehr großen Gebieten gänzlich verschwunden ist. Die Berichte für **Finnland** und **Dänemark** bekräftigen im wesentlichen die Resultate der schwedischen Forscher.

Diese Berichte, denen sich weitere über außereuropäische Länder und die arktischen und antarktischen Gebiete anschließen, bilden indes, wie v. **Cholnoky** bemerkt, zweifelsohne nur den allerersten Anfang für die aufgenommene Arbeit, die in gegenseitigem Einverständnis fortgeführt werden muß, um Licht in die Geschichte der Klimate unserer Erde zu bringen und wenigstens die Zeit aufzuhellen, in der Menschen darauf leben.

In die Nacheiszeit führt uns eine Untersuchung von A. **Ludwig***) über die alten, oft **erstaunlich breiten Talböden in den Alpen**. Diese Talböden hat man gefolgert aus den jedem Alpenwanderer bekannten, hoch über den jetzigen Talböden gelegenen Terrassen in den Alpentälern. Diese von der Schichtung unabhängigen durch Ausnagung entstandenen **Erosionsterrassen** werden nach ihrer Entstehung verschieden gedeutet. Anhänger der Flußerosion betrachten sie als Reste älterer, höher gelegener Talböden, eine Anschauung, die zu einer so erstaunlichen Breite der alten Talböden führt (bis zu 8 Kilometer), daß man die Möglichkeit direkt bezweifeln muß. Ebensowenig vermögen jedoch die Anhänger der Glazialerosion, der Ausnagung durch das Gletschereis, die hochgelegenen Terrassen zu erklären. Es geht nicht an, sie einfach als Glazialgesimse aufzufassen; der scharfe Übergang von der Terrasse zur Stufe oder der sogenannte Trogrand läßt sich auch so, wie **Ludwig** des näheren nachweist, nicht genügend begründen. Daß ein von einer Seite zur gegenüberliegenden schlängelnder Wasserlauf die Täler so verbreitert haben sollte, ohne sie gleichzeitig zu vertiefen, ist eine Anschauung, die sich aus der Beobachtung leicht wiederlegen läßt und die außerordentliche Breite der oberen (ehemaligen) Talböden auch nicht zu erklären vermag.

So bleibt denn nach **Ludwig** gar nichts anderes übrig, als anzunehmen, daß die einander gegenüberliegenden Terrassen, aus denen man in Gedanken die ungeheuer breiten, alten Talböden konstruiert hat, niemals zusammengehangen haben. Sie gehörten überhaupt nicht dem gleichen Flusse und nicht dem gleichen Talboden an, sondern waren durch einen Bergzug getrennt, der bei fortschreitender Talbildung endlich abgetragen wurde, wodurch dann aus zwei Tälern ein einziges entstand. Diese Art der Auffassung wird an einigen Beispielen

*) Hiegegen wird allerdings der Einwand erhoben daß der Rückzug des Eises so rasch erfolgte, daß wir unbedingt für Skandinavien ein sehr warmes Klima annehmen müssen, ausgenommen in der unmittelbaren Umgebung der Eisdecke.

*) Zur Lehre von der Talbildung. Separatabdruck aus dem Jahrb. der St. Gallischen Naturwiss. Gesellsch. 1911.

erläutert. Für die höheren und höchsten beiderseitigen Talböden war vermutlich nicht nur ein einziger trennender Rücken vorhanden, es möchten deren zwei oder noch mehr existieren. Die Erosion ließ sie verschwinden: statt mehrerer, fast parallel verlaufender Täler erblicken wir ein einheitliches Haupttal und halten dieses — fälschlich — auch für einheitlich entstanden.

Zur Begründung dieser Auffassung kann auf mehrere interessante Tatsachen hingewiesen werden.

Die eigentümliche halbinsel- oder landzungenartige Lage von Waltensburg ist bekannt. Vorderrhein und Flembach, fast parallel fließend, werden mit vereinigten Kräften ziemlich rasch den merkwürdigen Rücken Waltensburg-Brigels abtragen und den Hohlraum dem Rheintal zufügen. Der Geologe der Zukunft wird dann versucht sein, die Terrassen von Andest mit denen von Obersaxen zu kombinieren, obwohl sie nicht durch den gleichen Fluß entstanden sind. Ähnliche Verhältnisse finden sich zwischen Rhonetal, Aletschgletscher und Fieschertal und auf der anderen Talseite zwischen Rhone-, Rappen- und Bietal. Sie sind geeignet, uns eine Vorstellung zu geben von der Entstehung des mächtigen Hohlraumes der großen Alpentäler.

Durch Betrachtung der gegenwärtigen Verhältnisse und von ihnen aus rückwärts schreitend zu denen der Vergangenheit kommt Ludwig zu folgendem Schlusse:

Jedes größere Alpen- und Molassetal ist hervorgegangen aus der seitlichen Vereinigung mehrerer Paralleltäler, von denen das durch Wassermasse und Gefällsverhältnisse am meisten begünstigte seine Nachbarn überwältigte und mit sich zu einem einheitlichen Hohlraume verband. Diese Art der Entstehung gilt auch für die größeren alpinen Seitentäler (z. B. Schächental, Maderanertal) und auch für manche Nebentäler des Molasselandes.

Die Bergrücken, welche einst die Paralleltäler trennten, sind nicht in allen Fällen vollständig verschwunden; hie und da sind Reste von ihnen erhalten geblieben. Es sind dies die sogenannten Inselberge im engeren und weiteren Sinne. Die Inselberge im engeren Sinne entragen der heutigen Talsohle, wie z. B. die beiden Buchberge zwischen Wallen- und Zürichsee, Kummenberg und Montlingerberg im Rheintal, u. a. Als Inselberge im weiteren Sinne sind diejenigen Bergindividuen zu verzeichnen, die von heutigen und älteren Flußläufen umgeben sind, z. B. der Piz Cavradi im Tavetsch, das Stätzerhorn, der Calanda, das Kreuz im Prätigau, der Fläscherberg u. a. Auch viele Felsrippen und Riegel sind derselben Entstehung.

Gegenüber den sonstigen Erklärungen für die Entstehung der Inselberge meint Ludwig, es erscheine viel natürlicher, die Inselberge aufzufassen als letzte, isolierte Reste jener Bergzüge, die einst die Paralleltäler trennten, aus deren Vereinigung das heutige, scheinbar einheitlich entstandene Haupttal hervorgegangen ist.

Erdbebenfragen.

Die Frage nach dem Zentrum des großen süddeutschen Erdbebens vom 16. November 1911 (s. Jahrb. X, S. 108) scheint durch die ersten Untersuchungen doch noch nicht endgültig gelöst zu sein. Je mehr Erdbebenwarten Material zu diesen Untersuchungen lieferten, desto weiter verschob sich das Epizentrum des Bebens nach Norden und Westen. Gg. Reutlinger*) verlegt auf Grund der Registrierungen von etwa 30 Erdbebenwarten den Herd der Bewegung in die Nähe von „Laufen a. d. Eyach" (= 48° 14' nördl. Breite und 9° 06' östl. Länge). Die Bebenwirkungen am Bodensee wären dann als Relaisbeben anzusehen. Die scheinbar stärkeren Wirkungen lassen sich durch den Untergrund erklären, da bekanntlich im allgemeinen die Bodenbewegungen auf losem Untergrund (Sand, Geröll) größer sind als auf festem (Fels). W. Salomon**) verlegt das Epizentrum fast in dieselbe Gegend, die nach ihm merkwürdigerweise ein tektonisch ungewöhnlich einfaches und so gut wie ganz ungestörtes Gebiet ist. Er vermutet als Grund des Bebens daher einen vulkanischen Magmaherd unter Ebingen, Lautlingen, Hechingen, der es noch nicht wie seine nordöstlichen Nachbarn zu einer Eruption gebracht hat, aber die Veranlassung der an Ort und Stelle entstehenden Beben des Gebietes ist.

Die geologischen Wirkungen kräftiger Erdbeben veranschaulicht uns u. a. das wenig bekannt gewordene Erdbeben von Formosa am 17. März 1906, dem 3742 Personen zum Opfer fielen (1266 tot und 2476 schwer verwundet). Es zerstörte 7284 Häuser vollständig, beschädigte mehr als 30.000 schwer und riß zwei riesige Verwerfungsspalten von zusammen mehr als 25 Kilometer auf. Aus einer Arbeit von C. Gagel ergibt sich über den geologischen Bau der Insel und die Wirkung des Bebens folgendes.***)

Das Rückgrat der Insel Formosa bildet das 50 Kilometer breite, fast nordsüdlich durch den Osten der Insel streichende Taiwan-Gebirge. Es besteht aus kristallinen Schiefern, die, soweit bekannt, nach Westen fallen, erreicht Höhen von über 3000 bis 4145 Meter und wird nach Osten durch einen ungeheuren Längsbruch desselben Streichens (N 20° O) abgeschnitten. Östlich von diesem kolossalem Ostabbruch liegt ein großes Längstal, die tiefe Taito-Furche, von der aus östlich eine gleichnamige tertiäre Bergkette parallel der Ostküste streicht. Westlich vom Taiwan-Gebirge liegen zunächst die aus tertiären Sedimenten und vulkanischen Gesteinen aufgebaute Kalisan-Kette und eine aus Sandsteinen, Schiefertonen, Konglomeraten und Kalken aufgebaute tertiäre Hügellandschaft, sodann am Meere eine große, 220 Kilometer lange und 48 Kilometer breite alluviale Tiefebene, aus der noch einzelne gehobene Korallenriffe auftauchen. Sie war der Schauplatz der meisten verheerenden Erdbeben, an denen die Geschichte der Insel so reich ist. Von den 18 schweren Erdbeben, die von

*) Naturw. Wochenschr. 1912, Nr. 16.
**) Naturw. Wochenschr. 1912, Nr. 6.
***) Ztschr. d. deutsch. geol. Gesellsch., Bd. 63, IV. Heft.



1655 bis 1894 Formosa heimsuchten, fallen 13 auf diese Tiefebene.

Die auffälligste Erscheinung bei dem großen Erdbeben vom 17. März 1906 war nun das Aufreißen zweier großer Verwerfungsspalten, die annähernd von West nach Ost die große Tiefebene durchsetzten und deren nordöstliche im Osten im unbekannten und unbewohnten Gebirge verschwand.

Um diese Spalten herum, etwa 50 Kilometer in ostwestlicher und 30 Kilometer in nordsüdlicher Richtung, lag das Gebiet der heftigsten Erschütterungen, doch fehlt es auch nördlich von dieser Schütterzone nicht an sehr erheblichen Verwüstungen. Die östliche Verwerfung ist etwa 11 Kilometer lang und trifft bei Dabyo, das nicht ganz im Zentrum des Erschütterungsgebietes liegt, auf die zweite, etwa 14 Kilometer lange Verwerfung. An der ersten Verwerfung war ganz im Osten zunächst das Gebiet südlich der Spalte um sechs Fuß tief abgesunken und gleichzeitig um sechs Fuß nach Westen verschoben. Weiterhin war das nördlich der Spalte gelegene Gebiet gesunken bei gleichzeitiger Verschiebung um zwei bis acht Fuß nach Osten: es ist also eine sehr auffällige Kreuzverschiebung des Geländes eingetreten. Die Spalten klafften zum Teil zwei bis drei Fuß breit und bis 11 Fuß tief. Im Westen brach aus diesen Spalten in Massen Sand, Schlamm und Wasser hervor, und zwar in solchen Mengen, daß dadurch die Rettungsmannschaften in ihrer Tätigkeit erheblich behindert wurden und das Gebiet auf 500 Meter Breite und zwei Fuß Dicke mit einer Sand- und Schlammschicht bedeckt wurde.

Die Richtung der Stöße war im Westen ostwestlich. Am schlimmsten wurde der Ort Dabyo heimgesucht, der bis auf das japanische Verwaltungsgebäude ganz zerstört wurde. Die Katastrophe war hauptsächlich deswegen so verderblich, weil die Häuser der Chinesen meistens aus einfachen lufttrockenen Lehmziegeln aufgeführt sind mit verhältnismäßig schwerem Dach und daher sofort völlig zusammenstürzten. Solide, aus gebrannten Steinen gemauerte Gebäude widerstanden dem Erdbeben wesentlich besser, soweit nicht die Balken durch Termiten ausgehöhlt waren, und noch besser vertrugen den Stoß die aus Bambus konstruierten leichten japanischen Gebäude, bei denen zum Teil nur die Papierwände zerrissen sind. Bezeichnenderweise waren die Mehrzahl der Opfer Frauen, die sich wegen ihrer verkrüppelten Füße nicht schnell genug retten konnten.

Im Gefolge des Erdbebens trat eine schwere Seebebenflutwelle auf, die verheerend wirkte und noch 125 Kilometer nördlich vom Schüttergebiet große Schiffe aufs Land setzte. Auch bei dem schweren Erdbeben von 1867 wurden in Keelung mehrere hundert Personen durch die Seebebenwelle ertränkt.

Dem Hauptbeben vom 17. März folgte noch eine ganze Anzahl Nachbeben, deren letztes und schlimmstes am 14. April erfolgte. Diesmal lag das Schütterzentrum etwa 10 englische Meilen südlich von Kagi, so daß bei dieser Stadt, die bei dem Hauptbeben am Südrande des schlimmsten Schüttergebietes lag, jetzt der Nordrand der Hauptschütterzone verlief. 15 Tote, 87 schwer Verletzte sowie 1540 ganz zerstörte und 1906 schwer beschädigte Häuser fielen diesem Nachbeben vom 14. April zum Opfer.

Am 11. Januar 1908 trat im Osten der Insel ein weiteres sehr schweres Erdbeben auf, dessen Zentrum bei Bashisho genau in der östlichen Verlängerung der Baishiko-Verwerfung lag. Dieses Beben erstreckte sich hauptsächlich auf das Gebirgsland und das Gebiet der wilden Eingeborenen, so daß kein so großer Schaden wie 1906 nachweisbar war. Zum Vergleich führt der Verfasser zum Schluß an, daß die beiden größten bei Erdbeben beobachteten Verwerfungsspalten 1891 bei Mino Owari mit einer 6 Meter tiefen Absenkung und 1906 bei San Francisco mit 18 Fuß Horizontalverschiebung verbunden waren.

Ein merkwürdiges Beispiel für das Fortrücken tektonischer Bebenbewegungen quer durch einen ganzen Erdteil behandelt P. A. Loos in Mendoza in einer Arbeit über die Erdbeben von Mendoza, ihre Ursachen und Folgeerscheinungen.*)

Etwa gleich weit von Valparaiso, der Hafenstadt Chiles, und Buenos Aires entfernt liegt mitten im argentinischen Binnenlande die Sierra de Cordoba, eines der ältesten Gebirge Südamerikas. Die archäischen Schichten falteten sich hier durch seitlichen Druck, der schon vor Ablagerung der permo-karbonischen Schichten seine größte Stärke erreicht haben muß. Während der jurassischen und der folgenden Perioden war die Sierra, gleich einem großen Teil der argentinischen Republik, schon Kontinent und besaß auch die hauptsächlichsten Umrisse ihrer jetzigen Form. Hierauf erfolgte die Hebung der Anden, die in der Tertiärzeit ihren Anfang nahm, und die tektonischen Wirkungen hievon mußten sich auch in der Sierra von Cordoba geltend machen, besonders auf den bereits früher entstandenen Längsbrüchen. Wahrscheinlich öffneten sich die alten Brüche unter Lageveränderungen aufs neue, während sich zugleich neue Brüche mit Magmaergüssen bildeten. Die größte Wirkung des Andenaufstieges aber war ein Sinken der Schichten sowohl an den Abhängen wie in den Depressionen (Senken) der Sierra.

Diese Nachwirkung hält bis auf den heutigen Tag an. Loos weiß es höchst wahrscheinlich zu machen, daß alle seismischen und tektonischen Erscheinungen, die wir heute in Argentinien beobachten, eine Folge des durch Hebung der Hauptkordillere erzeugten seitlichen Druckes sind. Die Erdbeben von Cordoba von 1907 und 1908 sind nur die Folge der Katastrophe von Valparaiso von 1906. Dieser seitliche Druck pflanzt sich vom Westen nach Osten von Scholle zu Scholle fort und erzeugt Spannungen, die sich je nach den Verhältnissen allmählich oder plötzlich, besonders an den Bruchstellen des Untergrundes in Form von Erderschütterungen auslösen. Mit geringerer Intensität muß sich dieser durch Hebung der Hauptkordillere erzeugte Seitendruck auch auf die Ostseite der Sierra de Cordoba geltend machen, ja er pflanzt sich anscheinend bis an die atlantische Küste von

*) Beiträge zur Geophysik, IX. Bd. (1912), 2./4. Heft.



Argentinien und Uruguay fort, die durchaus nicht absolut bebenfrei ist.

Dr. W. Dias kam auf Grund der Beobachtungen, die er kurz nach der großen Erdbebenkatastrophe von 1861 in Mendoza sammelte, zu folgender Ansicht: Die Bebenbewegung, weit davon entfernt, von einem mehr oder weniger abgerundeten Gebiet auszugehen, stellte sich so dar, als wenn der ganze östliche Abhang der Anden, an dem Mendoza liegt, gegen die flache argentinische Ebene gestoßen wäre. Man kann also nicht sagen, daß die mendozinen Beben sich längs der Bergketten fortpflanzen, sondern sie gehen von einer dem Gebirge parallel laufenden Nordsüdlinie aus und verbreiten sich von da aus in einer Richtung, die auf dieser Linie senkrecht steht, d. h. von West nach Ost. Die durch die Beben erzeugte Erdbewegung stellt sich dar als ein Vorrücken oder Stoß eines der Vorgebirge gegen die Ebene, oder besser, als wenn das ganze Vorgebirge in Bewegung gesetzt würde durch dieselbe Kraft, welche zu früheren Zeiten seine Hebung verursachte.

Eine Bestätigung dieser Ansicht fand Dr. Loos bei dem Erdbeben am 2. Juni 1908, bei dem die Westost-Bewegung sehr deutlich erkennbar war. Die Schütterzone hatte in Nordsüdrichtung eine Längenausdehnung von rund 500 Kilometer, indem sie sich durch die drei Andenprovinzen Argentiniens, Mendoza, San Juan und San Luis, erstreckte. Westlich davon, in Chile, wurde von diesem Beben nichts wahrgenommen, östlich davon dehnte die Schütterzone sich auf knapp 250 Kilometer in der Richtung Westost aus. Alle Beobachtungen sind danach angetan, die Vermutungen zu bestärken, daß es sich in Mendoza und auch in San Juan um ein Vorwärtsschreiten der Präkordillere von West nach Ost handelt.

Die Westostbewegung vollzieht sich in der Regel ganz allmählich und ist meist für die menschlichen Sinne nicht wahrnehmbar, sie kann sich aber auch in Form von unterirdischen Geräuschen, lokalen Erdbeben und sogenannten „Bramidos de la Sierra" (Bergbrüllen) äußern. Einen untrüglichen Beweis für solche unterirdischen Bewegungen liefern die Beobachtungen, daß in Bohrlöcher eingelassene Rohre in verschiedenen Tiefen (200 bezw. 260 Meter) starke Verbiegungen erlitten hatten, lichen Beweis für solche unterirdischen Bewegungen wahrgenommen wären. Diese und eine Anzahl andere sehr merkwürdige Beobachtungen beweisen zur Genüge, daß unter dem Boden Veränderungen vor sich gehen, welche die unmittelbare Folge der geodynamischen Kräfte sind, die den Aufbau der jungen Hauptkordillere bewirken. Bei der Hebung der neueren Hauptkordillere konnten selbstverständlich die älteren Vorgebirge (Präkordillere) und auch die große angrenzende Ebene der argentinischen Pampa nicht unbeteiligt bleiben. Auch sie wurden mitgehoben, dabei in mehr oder minder große Schollen gebrochen und durch Seitendruck disloziert (verschoben). Diese Bruch- und Dislokationslinien sind es, die sich heute als Linien großer und größter seismischer Tätigkeit zu erkennen geben.

Das Fortschreiten dieser Tätigkeit von West nach Ost trat, wie gesagt, am besten im Jahre 1906 in Erscheinung. Die geodynamischen Kräfte, welche damals in der Zerstörung von Valparaiso ihren höchsten Ausdruck fanden, verpflanzten sich nachher nach Mendoza; fünfeinhalb Monate später äußerten sie sich in San Martin, Rivadavia und Junin; dann kam Cordoba an die Reihe, und heute scheint die atlantische Küste das Feld seismischer Tätigkeit zu sein und vielleicht noch mehr zu werden.

Die Bearbeitung der Aufzeichnungen der Seismographen über das kolumbianische Erdbeben am 31. Januar 1906 durch E. Rudolph und S. Szirtes hat einige von den bisherigen Anschauungen abweichende Ergebnisse über den Weg der Bebenwellen im Erdinnern erbracht.*)

Der Ausgangspunkt des Bebens muß auf dem Boden des Großen Ozeans in einiger Entfernung von der Küste Kolumbias und etwa in gleicher Breite mit Esmeraldas gewesen sein. Genauer wird die Lage des Epizentrums etwa durch 1° nördl. Breite und 81—82° westl. Breite bezeichnet. Die Eintrittszeit des Bebens im Epizentrum war 15 Stunden 35 Minuten 51 Sekunden, die Herdtiefe gleich 39 Kilometern.

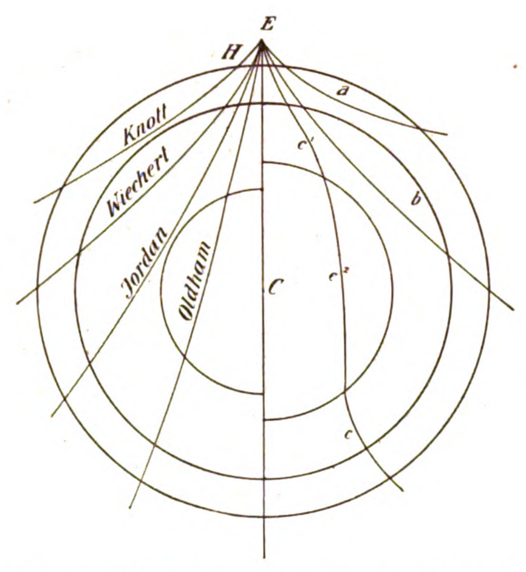
Zur vollständigen Bestimmung des Erdbebens gehört nun noch die Ermittlung der Geschwindigkeit der Erdbebenwellen im Erdinnern und die Festlegung ihres Weges durch den Erdkörper. Hinsichtlich der Geschwindigkeit nehmen die Bearbeiter zwar nicht an, daß jedes Erdbeben seine eigene Laufzeitkurve habe, glauben aber beweisen zu können, daß man mit zwei Typen von Laufzeitkurven rechnen müsse. Der Verlauf der Kurven, deren Ermittlungsweise und Darstellung aus der Arbeit selbst ersehen werden muß, zwingt zu der Folgerung, daß in einer bestimmten Tiefe des Erdinnern eine Änderung in der Geschwindigkeitszunahme der Erdbebenwellen erfolgt. Zum Unterschiede von der üblichen Auffassung (nach Wiechert) ist die Geschwindigkeitsänderung zwar ebenfalls eine starke, aber nicht plötzlich, sondern rasch zunehmende. Die Geschwindigkeit scheint von einer gewissen Tiefe ab zunächst konstant zu bleiben und dann allmählich abzunehmen.

Die Ausbreitung der Erdbebenwellen im Erdinnern erklärt sich nach Knotts Ansicht am besten unter der Annahme, daß sie sich innerhalb der weitaus größten Masse des Erdinnern mit einer konstanten Geschwindigkeit von 12·23 Kilometern in der Sekunde (Kilometer-Sekunden) fortpflanzen und daß nur innerhalb der verhältnismäßig dünnen Erdrinde die Geschwindigkeit von dem genannten konstanten Wert bis auf 6 Kilometer-Sekunden abnimmt. — Bei dem kolumbianischen Beben betrug die Anfangsgeschwindigkeit 6·98 Kilometer-Sekunden, die größte Geschwindigkeit in 2621 Kilometer Scheiteltiefe aber 12·68 Kilometer-Sekunden. — Danach gestaltet sich der Weg der Erdbebenstrahlen je nach der Tiefe, bis zu welcher sie in das Erdinnere eintauchen, verschieden. Diejenigen Strahlen, die ganz innerhalb der ein Zehntel der Erdmasse ausmachenden Erdrinde verlaufen, haben einen gegen die Erdoberfläche konkaven Weg zurückzulegen. Alle anderen Strahlen, die bis in

*) Beiträge zur Geophysik, Bd. XI (1912), 2./4. Heft.



größere Tiefen hinabreichen, legen einen Weg zurück, der sich aus drei Stücken zusammensetzt, nämlich zwei kleineren, ebenfalls gegen die Erdoberfläche konkaven Stücken in der Erdrinde und einer geraden Strecke, welche die Verbindung zwischen den beiden in der Erdrinde liegenden Abschnitten bildet. In der Hauptsache deckt sich diese Auffassung mit der von Wiechert zuerst ausgesprochenen und ausführlich begründeten.



Verlauf der Erdbebenstrahlen. E = Epizentrum, H = Erdbebenherd, C = Erdzentrum.

Die Bearbeitung des kolumbianischen Bebens hat Rudolph und Szirtes zu einer Auffassung über den Weg der Erdbebenstrahlen im Erdinnern geführt, die von den bisherigen Theorien in einem wesentlichen Punkte abweicht; was darauf zurückzuführen ist, daß nach ihrer Untersuchung die Geschwindigkeit in den tiefsten Teilen der Erde (etwa 3300 Kilometer) wieder abnimmt, wie zuerst Oldham vermutet hat. Eine Zeichnung veranschaulicht den Unterschied am besten; sie zeigt auf der linken Hälfte die Wege der Erdbebenstrahlen durch das Erdinnere nach Oldham, Jordan, Wiechert und Knott, auf der rechten Hälfte die Auffassung Rudolphs und Szirtes'. Von den beiden hier zum Erdumfang konzentrisch gezogenen Kreisen hat der äußere einen Radius von etwa $^3/_4$, der innere von etwa $^1/_2$ Erdradius. Sämtliche Strahlen, welche durch den Erdmittelpunkt gehen, bilden gerade Linien. Alle Strahlen, die innerhalb der äußersten Kugelschale bis zur 1700 Kilometer-Tiefe verlaufen, nehmen einen gegen das Erdinnere konvexen Verlauf (Beispiel Strahl a).

Bei den übrigbleibenden Strahlen sind je nach der Tiefe zwei Arten zu unterscheiden. Alle diejenigen, die bis zu einer Tiefe von etwa 3300 Kilometer eindringen, sind ebenso, wie Knott und Wiechert wollen, aus drei Abschnitten zusammengesetzt, zwei äußeren gegen die Erdoberfläche konkaven und einem dazwischen liegenden geraden (Strahl b). Während aber nach Wiechert die Grenze zwischen Steinmantel und Eisenkern von einer Unstetigkeitsfläche gebildet wird, wodurch der Übergang der Erdbebenstrahlen von dem einen zum anderen plötzlich erfolgen würde, müssen wir uns eine Schicht vorstellen, in welcher der Übergang ein stetiger ist (in der Figur durch den mittleren, am stärksten ausgezogenen Halbkreis angedeutet). Einen ganz abweichenden Verlauf nehmen diejenigen Strahlen, die in noch größeren Tiefen als 3300 Kilometer eindringen. Sie sind dadurch ausgezeichnet, daß sie in einem Umkreise von 3300 Kilometern innerhalb einer Übergangsschicht von geringerer Dicke (in der Figur durch die innerste Halbkreislinie rechts dargestellt) einen gegen den Erdmittelpunkt konkaven Weg (c^2) nehmen, der mit den beiderseitigen Fortsetzungen in stetigem Übergange steht. Diese Fortsetzungen (c^1 c^1) selbst sind in allen Stücken den höher gelegenen Strahlen zwischen 3300 und 1700 Kilometer Tiefe gleich.

Die Tatsache, daß die Geschwindigkeit der Longitudinalwellen in den größeren Tiefen der Erde eine sehr große ist, beweist, daß die Elastizität der Materie in diesen Tiefen größer ist als in den äußeren Schichten. Aus den Gesetzen über die Dichtigkeit folgt, daß die Dichtigkeit nach dem Erdinnern hin zunimmt. Um daher die große Geschwindigkeit der Erdbebenwellen erklären zu können, muß man annehmen, daß auch die Elastizität nach dem Erdinnern hin steigt.

Energien und Stoffe.

(Physik, Chemie, Mineralogie.)

Physikalisch-chemische Grundfragen • Die radioaktive Forschung • Flüssige und feste Kristalle.

Physikalisch-chemische Grundfragen.

Zu erkennen, „was die Welt im Innersten zusammenhält", ehedem das Endziel aller Magie, heute der leuchtende Gedanke, dem schließlich alle Wissenschaft zustrebt, versucht auch die physikalisch-chemische Forschung auf zwei ganz verschiedenen Wegen, zu deren Kennzeichnung die Schlagworte „Monismus" und „Dualismus" zu dienen pflegen. Ohne auf den uralten Streit dieser beiden Richtungen einzugehen, wollen wir im folgenden je einem Vertreter des Monismus und des Dua-



lismus das Wort geben, es dem Leser überlassend, sich weitere Belehrung aus den angeführten Werken zu holen und danach in sich und für sich selbst zu entscheiden.

Ein Vertreter des absoluten Monismus, der für alles Weltgeschehen, anorganischer wie organischer Natur, nur ein einheitliches Erklärungsprinzip zuläßt, ist J. G. Vogt.*) Nachdem er festgestellt, daß wir es sowohl beim praktischen wie beim wissenschaftlichen Zurechtfinden in der Welt nur mit Erscheinungen, mit Sinnesbildern zu tun haben, und daß konsequenterweise auch unsere Erkenntnis nur aus Sinnesbildern aufgebaut werden, d. h. nur vorstellbaren Inhalts sein kann, wirft Vogt die Frage auf: Welches Sinnesmaterial ist an der Erkenntnis beteiligt? Nach seiner Ansicht das Getast und das Gesicht. Ersteres ist sicherlich die grundlegende Sinnesempfindung, sie klebt allen unseren Anschauungs- und Vorstellungsbildern unzertrennlich an. Die Lichtempfindung ist eine unendlich höhere, aber sicherlich in der Lebewelt später auftretende Sinnesqualität. Sie hat als rascheres Orientierungsmittel das Getast zu einem großen Teile abgelöst und überholt, vermochte es aber nie ganz zu verdrängen, und wenn wir auch beim ersten Anlauf verleitet werden, die optischen Bilderreihen an die Spitze zu stellen und zu behaupten, daß nur im Lichte Erkenntnis sei, so zwingt uns doch eine genauere Prüfung, das Getast nicht zu vernachlässigen. Nicht aus rein optischem, sondern aus haptisch-optischem**) Sinnesmaterial baut sich unsere Erkenntniswelt auf. Bei jeder Anschauung oder Vorstellung mischt sich das Getast mit ein, überall ist es das Harte oder Weiche, Undurchdringliche, Feste, Flüssige, Luftförmige usw. usw., das dem optischen Bilde seinen Gehalt verleiht. Nicht ein transzendenter Verstand oder Geist mit seinen Kategorien und apriorischen Fangarmen erfaßt das Weltgeschehen, sondern die haptisch-optische Sinnesempfindung. Wo immer wir unseren erkenntnissuchenden Intellekt fassen und prüfen, finden wir dies bestätigt, und nur der Natur dieses Intellektes dürfen und müssen wir Rechnung tragen. Wir suchen die Erkenntnis für uns Menschen mit dem uns allein gegebenen Intellekt, und jedes Erkenntnisstreben, daß sich auf diesen Intellekt mit seinen Funktionen nicht einzustellen vermag, verliert für uns jeden Wert.

Um den Ausgangspunkt der Erörterung ganz klar hinzustellen, nimmt Vogt den Fall an, wir könnten ein sogenanntes Atom im Mikroskop sehen. Wir hätten da zunächst ein optisches Bild, ein optisches Empfindungsprodukt vor uns, etwa ein graues oder schwarzes Scheibchen oder Kügelchen. Unzertrennlich ist aber an dieses Bild, auch wenn wir es nicht befühlen können, ein haptisches Empfindungsprodukt gekettet in Form von Festigkeit, Härte, Undurchdringlichkeit usw., Empfindungsprodukte, die wir unter dem Sammelwort Substantialität zusammenfassen. Dieses Wort, ob treffend oder nicht zutreffend gewählt, darf nie etwas anderes bedeuten, als die mit dem optischen Bilde durch Assoziation verknüpften Tastempfindungen. Diese haptisch-optische Empfindungskombination ist absolute Wirklichkeit und, wenn unsere obige hypothetische Annahme möglich wäre, absolute Wahrheit. Nur unsere Empfindung ist wirklich wahr, das einzige Zuverlässige, das es für uns gibt, und, was das Wichtigste ist, das uns vollauf Genügende. Wir brauchen für unsere Erkenntnis nicht mehr als diese haptisch-optische Empfindungskombination. Wir vermögen das Universum in solche Atome zu zerlegen und vermögen Welten aus ihnen aufzubauen. Sie repräsentieren die einzige uns zugängliche und für uns greifbare Realität, d. h. Wirklichkeit. Wir brauchen uns um nichts weiter zu bekümmern, wir brauchen nach keinem „Ding an sich", nach keiner Wesenheit, nach keiner realen Substantialität usw. zu fragen; jeder Versuch, solche Fragen zu beantworten, läuft nach Vogt auf leeres Geschwätz hinaus, wie die ganze bisherige Philosophie mehr als zur Genüge bewiesen habe.

Aber die uns umgebenden Weltbilder stehen nicht ruhig, sie sind zu einem großen Teile bewegt, und wir sprechen daher richtiger nicht bloß von der Welt, sondern vom Weltgeschehen. Dieses Geschehen suchen wir auf sogenannte Kräfte- oder Energiewirkungen zurückzuführen. Auch hier sind, wie Vogt des weiteren nachweist, lediglich haptisch-optische Empfindungsprodukte für uns maßgebend. Ganz gleichgültig, wie wir uns die Urquelle dieser Kräfte denken, welche mechanischen Eigenschaften wir unserem hypothetischen Atom unter dem Mikroskop zuschreiben mögen: sie müssen in haptisch-optischen Bildern darstellbar sein, sonst besitzen sie absolut keinen Erkenntniswert für uns. Sicherlich muß sich uns alles Weltgeschehen in erster Linie in optischen Bildern erschließen, aber ebenso unabweisbar ketten sich beständig haptische Empfindungen an diese optischen Bilder und verfestigen sie sozusagen. Alles, was wir unter den Begriffen der Substanz, der Materie, des Realen, der Substantialität, der Masse zusammenfassen, ist bei näherer Prüfung immer wieder nur der Abklatsch der Tastempfindung. Wir werden sie in der Anschauung wie in der Vorstellung nie los, und jeder Substanzbegriff, der ihr nicht Rechnung trägt, ist von vornherein wertlos.

Dazu kommt noch, daß ein wirklich haltbarer Substanzbegriff nicht nur der Welt der Mechanik und Physik, sondern auch den Erscheinungen des organischen Geschehens, des Lebens, Rechnung tragen muß. Daß anorganisches und organisches Weltgeschehen innig miteinander zusammenhängen, lehrt uns die Erfahrung. Und doch decken sie sich nicht. Vogt lehnt entschieden alle Versuche ab, das gesamte Weltgeschehen auf mechanische, oder auch anderseits auf organische Prinzipien zurückführen zu wollen. Das mechanische und das organische Geschehen zeigt trotz aller noch so intimen Wechselbeziehungen ganz spezifische Charakteristika, die unter allen Umständen respektiert werden müssen.

Das Leben ist sicherlich in Physik getränkt, sicherlich aus Physik hervorgegangen, und will der Biolog seine Entwicklung aus dieser Physik be-

*) Der absolute Monismus. Eine mechanistische Weltanschauung auf Grund des pyknotischen Substanzbegriffes. Hildburghausen 1912, 603. S.

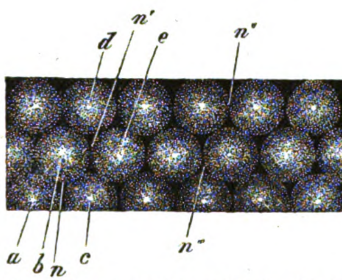
**) Vom griech. Adjektiv haptós, zu fassen, greifbar.



greifen, so muß er in erster Linie klare physikalische Grundbegriffe erlangen; ohne letztere wird er nie zu einem Verständnis der Lebenserscheinungen fortschreiten können. Vogt will im Verlauf seiner weiteren Untersuchungen zeigen, daß man das Problem des Lebens auf wissenschaftlicher Grundlage ohne physikalische Vorstudien überhaupt nicht in Angriff nehmen kann. Auf wissenschaftlicher Grundlage sei das Lebensproblem das grandioseste aller Probleme, auf dualistischer Grundlage ist es gar kein Problem.

An Stelle der alten Substanzbegriffe, von denen keiner unserem heutigen Wissen mehr gewachsen ist, setzt Vogt einen ganz neuen, eigenartigen: den pyknotischen Substanzbegriff,*) der uns in einem Kapitel über Physik vor allem beschäftigen muß.

Im Gegensatz zum kinetischen Substanzbegriff, der unterscheidbare Massenteilchen in einem absolut leeren Raum voraussetzt, fordert Vogt eine einheitliche, kontinuierliche, elastisch-kontraktile Substanz, zeitlich wie räumlich unendlich; ihr kommen zwei fundamentale Äußerungsformen zu, eine extrinsive und eine intrinsive (äußere und innere): die Verdichtung und die Empfindung. Hier haben wir es zunächst mit der Verdichtung zu tun, die sich vollständig unabhängig von der Empfindung in ihrer Wirkungsweise verfolgen läßt, nicht aber umgekehrt.



Rohes Vorstellungsbild des pyknotischen Substanzbegriffs. (Nach Vogt.) a b c usw. die Mittelpunkte der Pyknoten, n' n'' usw. die Zwischenraumsubstanz.

Ist die Welt zeitlich und räumlich unendlich, so ist offenbar jeglicher Anfangszustand unmöglich. Und dennoch verlangt unser erkenntnissuchender Verstand die Formulierung eines solchen Anfangszustandes, wo immer das Prinzip der Entwicklung zur Geltung kommen soll; er ist lediglich eine Aushilfe, um die Darstellung des mechanischen Weltgeschehens überhaupt zu ermöglichen. Wenn daher die ausschließliche mechanische Wirkungsform der Substanz die Verdichtung ist, so denken wir uns ihre Dichte in diesem hypothetischen Anfangszustand als eine mittlere Dichte.

Die Substanz ist aber in diesem Zustand keine gleichmäßige Masse, sondern sie ist differenziert und bildet als letzte Einheiten unendlich kleine Verdichtungszentren, Pyknoten, die ähnlich wie die bisherigen Atome gedacht werden mögen, nur mit dem Unterschied, daß die Pyknoten in einem ununterbrochenen Zusammenhang miteinander stehen, während die Atome als diskrete (getrennte) Massenteilchen vorgestellt werden. Die Pyknoten selbst sind nicht von einer gleichmäßigen, sondern von einer abgestuften Dichte, die von der Peripherie nach dem Zentrum zunimmt, und zwar ist diese Abstufung eine quadratische. Vogt gibt mittels beistehender Figur ein rohes Vorstellungsbild seiner Idee; a, b, c, d, e bezeichnen die Mittelpunkte der Pyknoten, während die Zwischenraumsubstanz durch n, n', n'' angedeutet wird. Die gleichen Volumina der Pyknoten sollen ihre gleiche mittlere Dichte kennzeichnen.

Wenn die Substanz kontinuierlich ist, so muß, beim Verlassen eines solchen hypothetischen Anfangszustandes, der Verdichtung an einem Orte eine Verdünnung oder Lockerung an einem anderen Orte entsprechen. Statt des Ausdrucks Lockerung oder Verdünnung gebraucht Vogt das treffendere Wort Spannung, nicht in dem bisherigen Sinne, sondern im Sinne der Rückwirkung gewaltsam ausgedehnter elastischer Körper (Kautschuk). Diese Rückwirkung verkörpert den Widerstand gegen die sich verdichtenden Massen.

Der Gesamtdichte der Pyknoten steht die höchste Spannung in der Zwischenraumsmasse (n, n', n'' u. s. f.) gegenüber. Diese Zwischenraumsmasse braucht aber, weil sie konstant ist, nicht berücksichtigt zu werden; sie besitzt unabänderlich den nie zu überschreitenden Maximalgrad der Verdünnung oder Spannung, und alle Modifikationen der Verdichtung spielen sich innerhalb der Pyknoten an und für sich ab.

Vogt stellt also mit dem pyknotischen Substanzbegriff eine kontinuierliche, aber differenzierte, kontraktile, in sich selbst verschiebbare Substanz auf und stützt diesen Substanzbegriff durch Begriffe aus den sekundären Erscheinungen. Er zieht dazu den jedermann geläufigen Begriff der Kontinuität (des lückenlosen Zusammenhanges) und der Verdichtung heran, erinnert an die Erscheinungen der Verschiebbarkeit, der Elastizität und betont zur allgemeinen Bestätigung die ausnahmslose Erscheinung, daß alle Körper, sobald sie sich selbst überlassen sind, sich verdichten (noch nie ist das Gegenteil beobachtet worden). Aber über die Wesenheit des letztinstanzlichen mechanischen Agens ist damit ebensowenig etwas ausgesagt wie über die Wesenheit der Masse; darüber läßt sich nichts aussagen. Wir gebrauchen auch die Worte Agens, Impuls, Kraft, Energie usw., ohne uns auch nur das Geringste über ihre Wesenheit vorstellen zu können. Den ersten greifbaren Anknüpfungspunkt gewinnen wir ausschließlich in den optisch-räumlich darstellbaren Volumveränderungen der Pyknoten, in denen die Verdichtungsenergie als mechanisches Agens zum Ausdruck kommt.

Im Gegensatz zum kinetischen Substanzbegriff, nach dem die Massenteilchen (Atome) sich ziel- und sinnlos durch das Weltall bewegen, oder ebenso ziel- und sinnlos an einem Orte vibrieren, stellt Vogt von vornherein eine bestimmte Zielstrebigkeit auf, die selbst einem blinden mechanischen Geschehen Sinn und Bedeutung verleiht und von uns Menschen verstanden wird. An einer ziel-

*) Griech. pyknós, zusammengedrängt, dicht geschlossen, und pýknosis, Verdichtung.

und planlosen Bewegung können wir kein Interesse gewinnen, weil wir nicht begreifen können, wie daraus ein geordnetes Weltgeschehen entspringen soll. Die Zielstrebigkeit dagegen ist an und für sich geregelt und geordnet und steht im Einklange mit dem sich vor unseren Augen abspielenden Weltgeschehen. Vorläufig sei sie in rein mechanischem Sinne aufgefaßt.

Wenn die Verdichtungsenergie in diesem Sinne die ausschließliche mechanische Wirkungsform ist, so wird jedes Pyknotum unaufhörlich bestrebt sein, einen höheren Dichtigkeitsgrad zu erlangen. Bei der Kontinuität der Substanz ist dies nur denkbar, wenn zu diesem Zweck der Widerstand eines oder mehrerer anderer Pyknoten gebrochen werden kann, die eine entsprechende Wiederauflösung oder Lockerung erfahren müssen. Mit dieser Vorstellung verknüpft sich unmittelbar der Begriff des Kampfes, oder der uns aus der Mechanik geläufige Begriff von Kraft und Widerstand oder Wirkung und Gegenwirkung. Dieser Begriff ist ein fundamentaler, auf das gesamte mechanische Geschehen gestützter Begriff. Ein Substanzbegriff, der ihm nicht Rechnung trägt, ist von vornherein unzulässig. (So ist der kinetische Substanzbegriff widersinnig, weil ein durch den leeren Raum sich bewegendes Massenteilchen ohne Widerstandsmoment gedacht werden muß.) Jeder Volumverminderung an einem Orte muß somit eine Volumerweiterung an einem anderen Orte entsprechen. In diesen Volumänderungen liegt die Formel zum Weltgeschehen. Was im Wesen hinter ihnen steckt, geht uns nach Vogt nichts an, weil wir es nie ergründen können.

Leider gestattet der Raum nicht, die Anwendung des pyknotischen Substanzbegriffs auf die unorganische und die organische Welt auch nur anzudeuten. Was der Verfasser will, und wohin er den Leser führt, mögen noch einige Sätze aus dem Schlußwort des gedankenreichen Werkes zeigen.

Die große Erkenntnis, zu der wir an der Hand des von Vogt vertretenen Entwicklungsprinzips gelangen, ist diese, daß die Empfindung in ihren unzähligen Offenbarungsformen, in denen das Leben allein glüht und pulsiert, das wahre Entwicklungsprinzip ist. Da Empfindung und Arbeit (Potential) unzertrennlich sind, so begreifen wir die Abhängigkeit der Empfindungsmanifestation von der Physik der Welt, die eben Arbeit ist. Alles Leben läuft auf Weckung der Empfindung und auf die Reaktion der letzteren hinaus. Nur aus dieser von Vogt vollständig geklärten Wechselwirkung fließen alle inneren treibenden Lebensfaktoren. Von diesem Sachverhalt hatte die Biologie bisher keine Kenntnis. Sie hielt sich daher bislang nur an die äußeren Erscheinungen, Symptome und an die Mechanik des Lebens. Sie spekulierte über die Möglichkeit der Überführung eines Organs in ein anderes (Bein oder Flosse) oder eines Organismus in einen anderen (Seetier und Landtier), sie spekulierte über die Abänderungen der Organismen durch Milieuänderung, durch Temperatur, durch Nahrungsmittel, durch Domestikation usw., sie ging selbst über diese äußerlich erkennbaren Lebenszeichen hinaus, versuchte sich an der Mechanik, an den physikalisch-chemischen Prozessen, die das Lebensproblem berühren; aber zum eigentlichen Lebenskern gelangte sie nie. Obwohl jeder Biolog das Leben in sich selbst trägt, obwohl alle seine Handlungen nichts anderes als Empfindungsreaktionen sind, vermochte er nicht den Blick auf das Innere zu richten, weil er durch die Äußerlichkeiten gefesselt blieb. Die Empfindung ist das Innerste der Natur, sie redet mit Engelszungen zu uns, wir wollen sie, abgelockt durch allerhand seichte Spielereien, nur nicht hören. Der Laie mag darob entschuldigt werden, aber sicherlich nicht der Biolog. — Kehren wir jedoch nach dieser Abschweifung wieder in das rein chemisch-physikalische Reich zurück!

In einem Buche über die Welträtsel wendet sich Prof. P. Joh. Müller*) gegen eine Anzahl grundlegender bisheriger Annahmen der Wissenschaft. Er knüpft dabei an die von Du Bois-Reymond aufgestellten sieben Welträtsel an, deren beide ersten, das Wesen von Materie und Kraft und der Ursprung der Bewegung, Physik und Chemie wohl bis zu einem gewissen Grade zu lösen vermöchten, wenn sie sich entschließen könnten, die Irrtümer von abstoßenden und anziehenden Kräften, die von Ewigkeit her Attribute des Stoffes sein sollen, aufzugeben und zum Dualismus vom Stoff, der kraftlos ist, und von der Kraft, die den Stoff bewegt und belebt, überzugehen. Bewegungen ohne ein Bewegtes vermögen wir uns nicht vorzustellen. Die Ursache der Bewegungen aber vermag die Physik allein ebenso wenig zu ergründen, wie sie die Frage nach dem Wesen des Stoffes beantworten kann. Hiezu müssen wir die Chemie zu Hilfe nehmen. Diese kommt indes mit der von der Physik geforderten Kugelgestalt der Atome und Moleküle und mit den aus Kugeln mit anziehenden und abstoßenden Kräften bestehenden, durch sogenannte Strukturformeln verdeutlichten Verbindungen schon längst nicht mehr aus. Die dem groben Bilde des Ziehens entnommene Gravitation, noch dazu ohne stoffliche Verbindung, die sogenannte actio in distans (Fernwirkung), wurde schon von dem schwedischen Philosophen Swedenborg als Unsinn gekennzeichnet, auch Newton selbst hat sich sozusagen mit Händen und Füßen dagegen gewehrt. Aber das Gefühl dafür, wie mystisch eigentlich die Annahme einer Anziehung ohne Berührung sei, ist durch den täglichen Gebrauch des Begriffes Gravitation bei den Physikern und Astronomen längst verloren gegangen. Die Valenzen (Wertigkeiten der chemischen Elemente), die sich solch mystischer Kraft absolut nicht fügen, vielmehr einzig und allein zur Adhäsion in Beziehung stehen, welche aber nur eine Wirkung des Luftdrucks ist, fordern ferner wie die Adhäsion ebene Anlagerungsflächen zu ihrer Betätigung. Dies hat schon vor Jahren Zehnder ausgesprochen, freilich ohne seine Ansicht begründen zu können. Ihre Richtigkeit durch Experiment und Rechnung zu beweisen, hat Prof. Müller versucht.

*) Die Welträtsel im Lichte der neueren physikalisch-chemischen und astronomischen Forschung. Betrachtungen eines modernen Naturforschers. Wien, Teschen, Leipzig 1912.



Bekanntlich zerfallen die 80 Elemente in zwei Gruppen: die Metalloide und die Metalle. Für die **Metalle** scheint die mehr oder minder abgeänderte Kugelform mit den ihrer Wertigkeit entsprechenden Segmenten, d. h. ebenen Anlagerungsflächen, die Regel zu sein. Bei den Edelmetallen, Platin, Gold und Silber, weichen im kolloidalen Zustande, soweit das Ultramikroskop Aufschluß gibt, die Moleküle sicher von der Kugelform nicht weit ab. Den **Metalloiden** werden im Gegensatz zu den Metallen die verschiedensten Formen (Scheiben-, Kegel-, Prismen-, Säulen-, Pyramiden-, Tetraeder- und Würfelform) zugeschrieben, da sich bei solcher Annahme die ihnen eigentümliche Molekulargeschwindigkeit und Valenz am besten erklären läßt, ja sogar ihre Stellung im Mendeljeffschen natürlichen (periodischen) System der Elemente begreiflich wird. Unter ihnen zeigt **nur der Wasserstoff** (H) bemerkenswerte **Analogien zu den Metallen**, was Prof. **Müller** an einer Anzahl chemischer Tatsachen nachweist. Es dürfte daher auch die Annahme gerechtfertigt sein, daß das Wasserstoffmolekül auch in seiner Gestalt Ähnlichkeit mit den Metallen habe, also Kugelform besitzt. Wenn die Leistungsfähigkeit des Ultramikroskops verhundertfacht werden könnte, so würden nicht nur die Bestandteile der Sidotblende, die wir als aus scheiben- oder kugelzonenförmigen Molekülen bestehend denken, sichtbar werden, sondern auch das Wasserstoffmolekül. Wahrscheinlich würden wir dann auch bemerken, daß die weit größeren Metallmoleküle vollkommene Kugeln gar nicht sind, sondern segmentiert sind. Diese Annahmen gewähren dann auch einen Einblick in das bis jetzt noch so dunkle Gebiet der Valenz oder Wertigkeit der Elemente, über die auch das periodische System seither nichts Vernünftiges zu Tage gefördert hat, und die durch ihre Launenhaftigkeit den exakten Chemiker nicht selten in Verlegenheit bringt. So ist z. B. der Schwefel zwei-, drei-, vier- und sechswertig, merkwürdigerweise aber bis jetzt niemals als fünf- oder siebenwertig befunden worden. Nimmt man nun für das Schwefelatom Scheibenform an, so werden die zuerst angeführten Valenzen wohl verständlich. An dem Vorhandensein ebener Anlagerungsflächen braucht man um so weniger zu zweifeln, als man ja auch Kristalle gefunden hat, die von einem halben Schock Flächen und darüber begrenzt wurden. Man findet dies, ohne weiter darüber nachzudenken, ganz in der Ordnung, mag nun **Huygens** recht haben, der ein Rhomboeder z. B. aus Kugeln, oder **Hauy**, der es wie beim isländischen Doppelspat seiner Spaltungstendenz wegen wieder aus Rhomboedern entstehen läßt; man findet es auch in der Ordnung, daß der Kalkspat in nahezu 400 Kristallformen auftreten kann. Warum soll man sich denn nun die Atome und Moleküle der chemischen Elemente nicht als ähnliche stereometrische Körper vorstellen dürfen? Elemente ohne solche Anlagerungsflächen wie die Edelgase Helium, Argon, Neon, Krypton und Xenon, Bestandteile der atmosphärischen Luft, sind dann leicht begreiflicherweise inaktiv, d. h. sie vermögen nicht mit anderen Elementen eine chemische Verbindung einzugehen. Gleichartige Atome können höchstens Aggregate, d. h. Anhäufungen, bilden, die sehr lose, daher auch sehr schwer zu verflüssigen sind; beim Helium z. B. ist dies erst vor kurzem unweit des absoluten Nullpunktes (— 273°) gelungen, wo angeblich alle Bewegung aufhört und der Tod der Materie eintritt.

Prof. **Müller** gibt einen sehr anschaulichen chemischen sowie einen mathematischen Beweis dafür, daß das **Sauerstoffatom Scheibenform** haben müsse. Das **Wasserstoffatom** kann, da der Wasserstoff einwertig ist und Moleküle von ihm wie H_2, H_3, H_4 usw. nicht vorkommen, nur **eine** ebene Anlagerungsfläche haben, muß also halbkugelig sein. Um sich eine deutliche Vorstellung von dem Vorgange der Wasserbildung zu machen, genügt die chemische Gleichung $H_2 + O = H_2O$ keineswegs. Wir haben uns vielmehr auf jeder Seite des scheibenförmigen Sauerstoffatoms in **Gleichdrucklage** ein halbkugeliges Wasserstoffatom haften zu denken, festgehalten durch den im Äther herrschenden Ballungsdruck (Wasser = ⦵), der ja auch den Wasser- und Quecksilbertropfen formt und in ähnlicher Weise wirkt, wie der Luftdruck durch Adhäsion die Verbindung zweier Glastafeln veranlaßt. Auch das **Schwefelatom** muß Scheibenform haben, wie schon der Umstand beweist, daß es Verbindungen wie $S_2O_8H_2$ und FeS_6 bilden kann, die bei Kugelform unmöglich sind, während zur Würfelform S_2O_7 nicht paßt.

Mendelejeffs periodisches System der Elemente bringt zwar eine große Menge von Gesetzmäßigkeiten zum Ausdruck, trägt aber einer Reihe von Tatsachen, die ein chemisches Gesetz mitumfassen müßte, keine Rechnung. Zwei Fragen vor allem läßt es ganz unbeantwortet, nämlich die nach dem Wesen und dem Ursprung der Kraft, die Atom an Atom, Molekül an Molekül bindet (warum z. B. die beiden ebenen Flächen der Sauerstoffatomscheibe nicht mehr als je ein Wasserstoffatom zu binden vermögen, also auch die Frage nach dem Wesen und dem Grunde der Valenz), und ferner die Frage, warum nur drei und nicht beliebig viele Sauerstoffscheiben sich aneinander lagern können, wogegen sich beim Schwefel sogar sieben Atome zu einem Molekül vereinigen.

Was zunächst die **Affinität**, die atombindende Kraft, betrifft, so erkannte schon der berühmte Chemiker **Hittorf**, daß sie in der Natur bei den unverbundenen chemischen Stoffen **nicht in der Arbeit von Anziehungskräften** bestehen kann. Das heißt — sagt Prof. **Müller** — doch nichts anderes, als daß die Schwere (oder Gravitation), die angeblich den Fall eines Steines auf die Erde und seinen Druck auf die Unterlage veranlaßt, auf zwei Elemente nicht die geringste Einwirkung derart äußern kann, daß beide sich miteinander zu gleichen oder ungleichen Teilen verbinden und daraus ein Körper mit neuen Eigenschaften, meist grundverschieden von denen seiner Elemente, entsteht (Beispiel: Natrium, Chlor, Kochsalz). **Spielte bei Entstehung einer Verbindung die Gravitation auch nur die geringste Rolle, so müßten schwere**



Elemente wie Gold, Silber, Platin und Quecksilber die größte Affinität zeigen. Statt dessen bleiben sie an der Luft fast unverändert, während das leichte Natrium sich gar bald mit Sauerstoff verbildet, dadurch seinen Metallglanz verliert und als weiße, krümelige Masse an der Luft zerfließt. Die Gravitation wird sogar durch die Affinität aufgehoben; dies zeigt sich namentlich bei den Explosionen und bei den osmotischen Erscheinungen, auf denen das ganze Zellenleben in der Pflanzen- und Tierwelt beruht.

Diese von der Gravitation so gänzlich verschiedene Affinität oder chemische Verwandtschaft läßt sich nur zu einer einzigen Kraft in Beziehung setzen, nämlich, wie schon gesagt, zu der Adhäsion. In der Welt der Physik ist es der Luftdruck, der adhäsionsartige Erscheinungen hervorbringt, denn im luftleeren Raume bleiben derartige Erscheinungen aus. Atom aber an Atom, Molekül an Molekül kann nur der Ätherdruck pressen, da chemische Reaktionen auch im sogenannten luftleeren Raume sich vollziehen, wo nur noch ein Luftdruck von dem millionsten Teil eines Millimeters herrscht. Bei den Adhäsionserscheinungen, die uns in der Natur so massenhaft entgegentreten und sich bei der Berührung von festen Körpern miteinander und mit flüssigen und gasförmigen äußern, sehen wir, daß zwei Körper um so fester aneinander haften, je geringer der Unterschied ihrer spezifischen Gewichte ist. Sollte es in der Welt des Unsichtbaren anders sein? Auch hier werden Atome um so fester unter der Wirkung, natürlich des Ätherdrucks, aneinanderhaften, je geringer der Atomgewichtsunterschied ist, natürlich aber nur in dem Falle, wo geeignete ebene Anlagerungsflächen vorhanden sind.

Die Frage, warum weder beim Sauerstoff noch beim Schwefel, deren Atome ja doch die Scheibenform haben sollen, sich beliebig viele Atome zu Molekülen vereinigen können, warum z. B. O_{12} und S_{18} nicht möglich sind, läßt sich jetzt auch beantworten. Der stabilste Körper, der im Wasser nicht wie z. B. Kegel, Scheibe und Säule erst in die Gleichdrucklage zu kommen suchen muß, ist ohne Zweifel die Kugel; erstens weil sie im Verhältnis zu ihrem Volumen die kleinste Oberfläche hat, zweitens weil bei ihr alle Punkte der Oberfläche gleich weit vom Mittelpunkt entfernt sind, sich also in Gleichdrucklage befinden. Alle in einer Flüssigkeit, ja selbst in der Luft deformierbaren Körper suchen diese Lage, wenn irgend möglich, einzunehmen, daher die Kugelgestalt der Wassertropfen, deren in einem Litergefäß etwa 20.000 Platz finden können. Je mehr nun aber ein Körper von dieser Kugelform abweicht, desto mehr ist auch die Gleichdrucklage gestört; daher macht z. B. die Annahme einer prismatischen, von drei Rechtecken und zwei Dreiecken begrenzten Gestalt des Stickstoffatoms die Instabilität, ja die leichte Explosionsfähigkeit mancher Stickstoffverbindungen (z. B. Jodstickstoff) leicht erklärbar. Daher erreicht bei Aneinanderlagerung scheibenförmiger Sauerstoff- oder Schwefelatome die Stabilität ihr Ende, sobald die Höhe der Säule gleich dem Radius geworden ist, also das Molekül (O_3 und S_7) die größtmögliche Annäherung an die Kugelform erreicht hat. Wie viele Atome sich aneinanderlagern können, das hängt von der Größe des Radius ab, der z. B. bei der Schwefelscheibe (Atomgewicht 32) weit größer ist als bei der Sauerstoffscheibe (Atomgewicht 16). Darüber hinaus zeigen Moleküle wieder das Bestreben zu zerfallen, zumal bei Änderung des im Medium herrschenden Druckes.

Die erste Ursache der Bewegung eines Körpers in einem Druck ausübenden Medium sieht Prof. Müller in dem Raumbedürfnis des Körpers modifiziert durch den Quotienten O:V (Oberfläche durch Volumen), ein Satz, für dessen nähere Erklärung und Begründung auf die „Welträtsel" selbst verwiesen werden muß.

Einen weiteren Angriffspunkt auf die herrschenden physikalisch-chemischen Grundhypothesen bildet die kinetische Gastheorie. Sie behauptet bekanntlich, daß die Moleküle der Gase und Dämpfe sich in gradlinigen Bahnen nach allen Richtungen hin bewegen. Durch diese Bewegungen erkläre sich der auf die Wand eines Gefäßes ausgeübte meßbare Druck. Dieser besteht aus der Summe der Stöße, die die mückenschwarmähnlich hin- und herfahrenden Moleküle auf sie ausübten. Wird das Gas zusammengepreßt, sein Volumen also verringert, so müsse sich natürlich wegen Verkürzung der Wegstrecke die Anzahl der Stöße gegen die Wand vermehren. Der Druck eines Gases variiere demnach im umgekehrten Verhältnis seines Volumens (Boylesches Gesetz). Zuführung von Wärme, über deren eigentliches Wesen die Theorie sich gar nicht ausläßt, sei von einer Steigerung der Molekulargeschwindigkeit begleitet, sie vermehre nicht nur die Zahl, sondern auch die Stärke der Stöße gegen die Wand.

Prof. Müller führt eine große Anzahl Einwände gegen die Richtigkeit der kinetischen Gastheorie vor. Ein Luftteilchen soll in einer Sekunde 485, ein Wasserstoffteilchen 1844 Meter weit fliegen. Wenn diese Wege wirklich, wie es die Hypothese verlangt, in gerader Linie durchlaufen werden, so sind viele Erscheinungen geradezu unbegreiflich. Rauch kann in ruhiger Luft lange Zeit fast unbeweglich als Wolke schweben, ebenso Wasserdampf. Schwefelwasserstoff, im Winkel eines langen Saales entwickelt, müßte am entgegengesetzten Ende in dem Bruchteil einer Sekunde sich durch seinen üblen Geruch bemerkbar machen, was nicht der Fall ist. Bei einer Explosion dagegen ist die Fortpflanzungsgeschwindigkeit geradezu rapid.

Ebenso bedenklich muß für die kinetische Gastheorie die Tatsache erscheinen, daß Gase die Wärme nur sehr langsam leiten, weit langsamer sogar als manche feste Körper, deren Teilchen doch nur eine geringe Beweglichkeit haben können. Wenn Wärme wirklich in jener rapiden Bewegung besteht, und diese sich in geradliniger Bahn vollzieht, so müßte sie durch sich selbst so rasch sich fortpflanzen, daß eine irgendwo entstandene Temperaturerhöhung schon nach einer Sekunde 485 Meter weit zu spüren wäre, sich also schneller als der Schall (332 Meter) ausbreitete. Damit steht nun die überaus langsame Erwärmung eines



Saales durch einen gutgeheizten Ofen in ganz auffallendem Widerspruch, der auch nicht aufgehoben wird, wenn man die strahlende Wärme als Wellenbewegung des Äthers zu Hilfe nimmt und behauptet, daß die Luftmolekeln wegen ihrer Trägheit nur schwer durch Ätherwellen in eine schnellere Bewegung versetzt werden könnten; denn die Geschwindigkeit der Luftmolekeln bei 0° und 760 Millimeter Druck im Betrage von 485 Metern bleibt doch zunächst bestehen und kann nur allmählich durch Kollisionen verringert werden. Um den Haupteinwand gegen die Theorie, die langsame Fortpflanzung der Wärme betreffend, zu entkräften, erklärt E. Meyer freilich, daß die Zusammenstöße der Molekeln es zu einer geradlinigen Bahnstrecke gar nicht kommen lassen, die einzelnen Bewegungen vielmehr in geradlinigem Zickzack, tumultuarisch, wie durcheinander geschüttelte Sandkörner hin- und hergingen. Dabei sieht man aber gar nicht ein, wie sich die Molekeln ohne irgend eine erkennbare Ursache nach allen Richtungen hin- und herbewegen können. Die Ursachen der Bewegungen auffinden zu wollen, meint Prof. Rebenstorff, das falle auch der Wissenschaft gar nicht ein. Sie arbeite so, als ob jene Kräfte nicht weiter zu erklären seien und komme damit meistens gut vorwärts.*)

Ostwald aber bemerkte mit Recht: „Nach der kinetischen Gastheorie entsteht der Druck eines Gases durch die Stöße seiner bewegten Teilchen. Nun ist aber der Druck einer Größe, die keine räumliche Richtung besitzt, ein Gas drückt nach allen Richtungen ohne Unterschied, selbst nach unten, gleich stark (Luftdruck); ein Stoß rührt aber von einem bewegten Ding her, und diese Bewegung besitzt stets eine ganz bestimmte Richtung. Somit kann eine dieser Größen (Druck) gar nicht auf die andere (Stoß) zurückgeführt werden."

Auch für die Schwerkraft bietet die kinetische Gastheorie eine recht bedenkliche Schwierigkeit, die für das Problem der Kohäsion und Adhäsion geradezu unabsehbar wird, und bei Flüssigkeiten versagt sie ganz, was beides von Prof. Müller an Beispielen nachgewiesen wird. Mit den Wirkungen der von den Atomen, Molekülen und Molekularkomplexen ausgehenden Bewegungen auf unsere Sinnesorgane und weiter auf das Gehirn ist sie gleichfalls nicht vereinbar. Die Massenteilchen erzeugen durch ihre Oszillationen im Äther Wellen, die auf die Sinnesapparate wirken; ihre Länge beträgt 0·033 bis 0·576 Milliontel Millimeter. Tritt nun, wie die kinetische Gastheorie es behauptet, um die Abkühlung eines Gases zu erklären, infolge der unzähligen Zusammenstöße der hin- und herfahrenden Teilchen eine Gleichheit der Molekularbewegungen ein, so würden die durch sie nun erzeugten Ätherwellen nahezu gleich werden, und damit würde für uns die Möglichkeit aufhören, die verschiedenen Elemente und ihre Verbindungen voneinander sinnlich zu unterscheiden. Da wir dies trotzdem können, so muß an der Theorie etwas nicht richtig sein. Die Raumenergetik entgeht dem, indem sie den Oberflächen der Atome, Moleküle und Molekularaggregate einen direkten Einfluß auf die Bewegung des Äthers zuerkennt, was die kinetische Theorie schon deshalb nicht tun kann, weil sie die Kugelform für die einzig mögliche hält. Lodge urteilt über die die kinetische Gastheorie mit den Worten: „Nach meiner Ansicht ist es nur mit Hilfe einer unwahrscheinlichen und gänzlich verdrehten Hypothese möglich, alle Vorgänge in der Welt auf ein bloßes Zusammenprallen kleinster Teilchen zurückzuführen. Ohne der Sache auf den Grund zu gehen, hüllt sich die Theorie in das mystische Dunkel eines geheimnisvollen Waltens der Moleküle."

Denkt man sich nun aber im Gegensatz zu der ganz willkürlichen Annahme der kinetischen Theorie den Stoff kraftlos, wie es in Wirklichkeit wohl auch nicht anders ist und sein kann, weil sich sonst überall Widersprüche gegen das Gesetz von der Erhaltung der Kraft ergeben würden — ein Gesetz, das zwar noch lange nicht einwandfrei als durchaus richtig erwiesen ist, immerhin aber auf dem Gebiete des Unorganischen allgemein Geltung hat —, so müssen die Kräfte, die sich im Stoffe äußern, sowie auch die Widerstände gegen diese Kräfte von außen hinzukommen (v. Hartmann). Es muß, kurz gesagt, für alle Bewegungen ein primum movens, ein Urquell sozusagen, und zwar außerhalb des Stoffes vorhanden sein. Wo anders könnten wir diesen nie versiegenden Urquell anders suchen als im Äther, der den endlichen Weltenraum erfüllt? Mit der Existenz dieses Äthers und seinen Beziehungen zur Raumenergie beschäftigt sich Prof. Müller im folgenden Kapitel, auf das wir hier leider nur noch verweisen können.

Die radioaktive Forschung.

Neuere Fortschritte auf dem Gebiete der Radioaktivität werden in einer Abhandlung von Dr. K. Bennewitz*) erörtert. Es handelt sich nicht um grundlegende Neuerungen — solche sind in den letzten Jahren nicht entdeckt worden —, sondern um Vertiefung unserer Kenntnisse auf diesem eigenartigen Gebiete.

Nach wie vor bildet die Atomzerfallstheorie Rutherfords das Fundament; sie hat sich in zahllosen Fällen so bewährt, daß sie nun wohl endgültig als Gesetz gelten darf, ebenbürtig dem Gravitationsgesetz und dem Gesetz von der Erhaltung der Kraft. Wenn nun aber auch der selbsttätige Zerfall, die Verwandlung eines Elements in ein anderes, nicht mehr ernsthaft bestritten wird, so sind wir im einzelnen von einer Lösung der Frage nach der inneren Verwandtschaft der Elemente doch noch weit entfernt. So ist z. B. die Zusammengehörigkeit des Bleies mit der Uranradiumreihe so gut wie bewiesen, der exakte Laboratoriumsversuch, die Verwandlung von Radium in Blei, steht jedoch noch aus.

*) Die Naturforscher der Gegenwart scheinen gar nicht mehr zu merken, daß sie sich in einem metaphysischen Irrgarten bewegen, wenn sie von Schwerpunkten, Kraftlinien, Kraftfeldern, anziehenden und abstoßenden Kräften, negativen und positiven Ladungen sprechen. (Prof. Müller.)

*) Radium in Biologie und Heilkunde, Bd. 2 (1912), Heft 1.



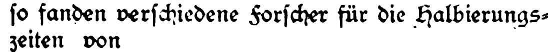
Die Familiengruppen der radioaktiven Elemente haben sich in den letzten Jahren manche Änderung gefallen lassen müssen, und auch das jetzige Bild wird kein endgültiges sein. Einerseits sind nämlich infolge Verfeinerung der Meßmethode neue, äußerst kurzlebige Produkte entdeckt. Geiger hat ein solches Zwischenglied zwischen der Aktiniumemanation und dem Aktinium A nachweisen können, sowie ein anderes an derselben Stelle der Thoriumreihe. Da ihre Lebensdauer nur 0·002 bezw. 0·14 Sekunden beträgt, so ist es kein Wunder, daß sie sich bisher der Beobachtung entzogen haben. Anderseits haben Strahlenmessungen und chemische Trennungsmethoden den Beweis geliefert, daß einige der bekanntesten Zerfallsprodukte uneinheitlich, komplexer Natur, sind. Es ergeben sich an Stelle des bisher angenommenen einlinigen direkten Stammbaumes jeder Gruppe Verästelungen, auf die weiter unten eingegangen werden soll.

Was die Frage nach der Radioaktivität anderer Stoffe als der bekannten Reihen angeht, so scheint durch Arbeiten, die unseren Lesern schon bekannt sind, eine solche für Kalium erwiesen zu sein (s. Jahrb. IX, S. 97). Wenigstens ist es bisher nicht gelungen, von diesem Element einen aktiven Körper als Träger der Radioaktivität abzuscheiden; vielleicht ist also Radioaktivität eine allgemeine Eigenschaft aller Elemente.

Die Aussendung von α-Strahlen ist in dem Maße stets mit der Entstehung von Helium verknüpft, daß wir berechtigterweise ein α-Teilchen geradezu als identisch mit einem Heliumatom ansehen. Da nun das Atomgewicht des Heliums 4 beträgt, so muß das des aktiven Körpers, der ein α-Teilchen abgibt, um 4 abnehmen. Setzen wir für Radium den Atomgewichtswert 226, so folgt für das Atomgewicht der Radiumemanation 222, während neue, sehr exakte Versuche von Ramsay und R. W. Gray 221 ergaben. Diese Forscher schlagen in Rücksicht auf die Ähnlichkeit der Emanation mit den Edelgasen für sie den Namen „Niton" vor, der sich in Frankreich z. B. schon gut eingebürgert hat.

Für das neuerdings mehrfach untersuchte Atomgewicht des Radiums hat nun Hönigschmidt mit den peinlichsten Vorsichtsmaßregeln die Zahl 225·95 gefunden, also mit hinreichender Genauigkeit 226, ein Wert, der den Eichungen im Wiener Radiuminstitut zu Grunde gelegt wird, wodurch der Willkür im Radiumhandel ein Ende gemacht wird. Ein anderer, gerade für die Heilkunde wichtiger Wert, die Halbierungskonstante *) der Emanation, des Nitons, ist von Rutherford neu zu 3·85 Tagen bestimmt worden. Die Emanation ist bekanntlich ein Gas, das wie alle andere Gase auch die Fähigkeit besitzt, sich unter der Einwirkung tiefer Temperaturen zu einer Flüssigkeit zu verdichten. Rutherford und Soddy fanden nun als Kondensationstemperatur des Nitons —161° C, eine Temperatur nicht weit vom Verflüssigungspunkt der Luft.

Auch andere Angaben wurden nachgeprüft;



so fanden verschiedene Forscher für die Halbierungszeiten von

Radium D 17 Jahre,
„ E 4·7 Tage,
„ F 136 Tage,
Aktinium 30 Jahre.

Nicholson hat die Vermutung ausgesprochen, das Aktinium sei ein Abkömmling eines Stoffes Uran Y, das seinerseits eine Schwestersubstanz des bekannten Uran X sein soll; doch bedarf diese Ansicht noch weiterer Bestätigung. Mehrfach und zuletzt mit großer Sorgfalt von H. W. Schmidt und P. Cermak ist nachgewiesen worden, daß die Aktivitätskonstanten durchaus unabhängig von der Temperatur sind, sogar von der Temperatur des elektrischen Luftbogens (nach H. Carter).

Über die von den radioaktiven Körpern ausgesandten Strahlungen und ihre Absorptionserscheinungen ist wenig Neues zu sagen. Bekanntlich werden die α-Strahlen als positiv geladene Heliumatome angesehen, die infolge ihrer verhältnismäßigen Größe sehr stark absorbiert werden. Rutherford gibt an, daß die α-Strahlen des Radiums C in Glas eine Reichweite von nur 0·041 Millimeter besitzen, wobei natürlich die Beschaffenheit des Glases eine Rolle spielt. Ein in Glas hermetisch eingeschlossenes Radiumpräparat wird also niemals α-Strahlen aussenden, die therapeutisch zur Wirkung kommen.

β-Strahlen sind identisch mit Kathodenstrahlen von hoher Geschwindigkeit, im Durchschnitt etwa 80% der 300.000 Kilometer in der Sekunde betragenden Lichtgeschwindigkeit. Doch schwankt ihre Geschwindigkeit selbst bei einem einheitlichen Präparat bedeutend. Man muß auch annehmen, daß die Geschwindigkeit der β-Strahlen beim Durchgange durch Materie sich ändern kann. Ganz weiche Strahlen dieser Art sind nicht mehr durch Jonisation (Leitendmachen der Luft), wohl aber häufig durch photographische Methoden nachweisbar. Auf diesem Wege wurde vom Radium D eine weiche β-Strahlung entdeckt, deren Geschwindigkeit nur etwa ein Drittel der Lichtgeschwindigkeit beträgt.

Über die Beschaffenheit der γ-Strahlen hat sich neuerdings eine Erörterung erhoben. Während man früher überzeugt war, daß sie entsprechend den Röntgenstrahlen Ätherimpulse darstellen, hat jetzt Bragg die Ansicht geäußert, daß die γ-Strahlen Korpuskeln von besonderer Beschaffenheit seien. Wenn auch diese Theorie im Hinblick auf die enorme Geschwindigkeit der γ-Strahlen und ihre starke Durchdringungsfähigkeit für alle festen Stoffe vielleicht abzulehnen ist, so hat doch eine andere Behauptung Braggs mehr Wahrscheinlichkeit für sich; danach sollen diese Strahlen selbst nicht die Fähigkeit besitzen, selbständig eine Jonisierung hervorzurufen, sondern erst indirekt durch Erzeugung einer Sekundärstrahlung, die beim Auftreffen auf und beim Durchgang durch ponderable Körper zu stande kommt.

Über die chemische Wirksamkeit der Strahlen haben Colville Lind, Kailan und andere Versuche angestellt. Danach beeinflußten β- und

*) Darunter versteht man die Zeit, in der sich die Hälfte eines radioaktiven Körpers in das nächstfolgende Produkt verwandelt.



γ-Strahlen gasförmigen Bromwasserstoff nicht merklich. Das ist leicht erklärlich, denn die vom Gase beim Durchgang der Strahlen absorbierte Energie kann nur außerordentlich gering sein. Dagegen konnte unter Einwirkung der Strahlen die Abscheidung von Jod aus Jodkaliumlösungen nachgewiesen werden, ebenso eine Zersetzung des Wasserstoffsuperoxyds. Was schon die bloße Strahlung vermag, leistet die Emanation in noch viel höherem Maße. Dabei wird anscheinend von der Gesamtenergie der Strahlung nur wenig verbraucht. K. Bergwitz hat z. B. gefunden, daß bei der Wasserzersetzung durch die α-Strahlen des Poloniums (Radium F) zur Zersetzung selbst nur 10% der gesamten Energie verbraucht wurden, während das übrige lediglich eine Erwärmung hervorrief. In anderen Fällen war die nutzbare Energie noch geringer.

Die Absorbierbarkeit radioaktiver Stoffe selber in Flüssigkeiten und an festen Körpern ist mehrfach untersucht worden. Im Laboratorium der Frau Curie ist das mit Hinsicht auf das Niton geschehen, dessen Absorbierbarkeit in einer großen Zahl organischer und anorganischer Lösungsmittel erstaunlich hoch gefunden worden ist. Die kolloidalen Lösungen (s. Jahrb. V, S. 91), besitzen anscheinend sämtlich eine erhebliche Aufnahmefähigkeit für Emanation, aber auch für andere aktive Elemente.

Der Radiumgehalt der natürlich vorkommenden Erze ist zum Gegenstand vieler Arbeiten gemacht worden. Ein sehr hohes Alter der Erze vorausgesetzt, müßte das Verhältnis des Radiumgehalts zu dem des Urans ein absolut konstantes sein, was Boltwood auch ziemlich bestätigt gefunden hat. Wo sekundäre Erze, wie Autunit und Karnotit, einen Mindergehalt an Radium aufweisen, ist dies wohl darauf zurückzuführen, daß aus ihnen Radiumsalz durch Wasser ausgelaugt worden ist.

G. v. Hevesy hat eine Untersuchung darüber angestellt, welcher Zusammenhang zwischen den chemischen Eigenschaften der Radioelemente und der Reihenfolge radioaktiver Umwandlungen besteht.*)

Das Radium C scheidet sich elektrolytisch leichter aus als das Ra B, das Ra F leichter als das Ra E bezw. Ra D usw. Diese Tatsachen lassen sich als Gesetz so ausdrücken, daß die radioaktive Umwandlung stets in der Richtung stattfindet, daß das entstehende Produkt elektrochemisch edler ist als das zerfallende (Gesetz von Lucas bezw. von v. Lerch).

Radioaktive Umwandlungen sind Vorgänge, die sich innerhalb des Atoms abspielen und somit prinzipiell verschieden sind von allen übrigen physiko-chemischen Reaktionen, bei denen Atome bezw. Moleküle aufeinander wirken. Ist das obige Gesetz richtig, so kommt ihm eine große Bedeutung zu, denn es stellt die bis jetzt einzige Überbrückung zweier völlig getrennter Erscheinungsgebiete dar. — Gegen die Richtigkeit des Lucas-Lerchschen Gesetzes spricht:

*) Physik. Zeitschrift 1912, Nr. 14.

1. Daß die Emanationen Edelgase sind, also bereits äußerst elektronegative Elemente darstellen. Doch kann man diesem Einwand entgehen, indem man das obige Gesetz nur für die Nachkömmlinge der Emanationen für gültig erklärt.

2. Das Ra C scheidet sich viel leichter ab als das Ra D. Hier läßt sich einwenden, daß im Falle des radioaktiven Gleichgewichts etwa 300.000 Ra D-Atome auf 1 Ra C-Atom fallen, und da nach unseren bisherigen Erfahrungen radioaktive Substanzen um so leichter ausgeschieden werden, in je geringerer Konzentration sie vorhanden sind, so lassen sich die Ausscheidungsverhältnisse des Ra C und Ra D nicht ohne weiteres vergleichen.

3. Wie v. Lerch und v. Wartburg fanden, scheidet sich Thorium-D schwerer aus als Th C. Um einen entscheidenden Beitrag für die Gültigkeit oder Ungültigkeit des Lucas-Lerchschen Gesetzes zu liefern, untersuchte v. Hevesy das Verhalten des Ra A, dessen Periode von derselben Größenordnung wie die des Ra B und Ra C ist. Diese Untersuchung, deren Gang an Ort und Stelle nachzusehen ist, lieferte aus dem elektrochemischen Verhalten des Ra A, das sich edler als das Ra B, jedoch weniger edel als das Ra C zeigte, einen weiteren entscheidenden Beweis, daß kein durchgreifender Zusammenhang zwischen dem elektrochemischen Verhalten der Radioelemente und der Reihenfolge radioaktiver Umwandlungen besteht. Der einzige Zusammenhang, den wir zwischen den chemischen und anderen Eigenschaften der Radioelemente kennen, ist dieser, daß die Umwandlungsprodukte des Radiums, die α-Strahlen liefern (Ra F, Ra C, Ra A), sich leichter elektrolytisch niederschlagen lassen als die „β-Produkte".

Eine merkwürdige Verzweigung der Radiumzerfallsreihe (s. diese Reihe Jahrb. IX, S. 94), die K. Fajans entdeckt hatte, ist nun von ihm genauer untersucht und bestätigt gefunden worden.*) Fajans hatte nachgewiesen, daß das von O. Hahn und L. Meitner entdeckte Produkt Radium C_2 eine Halbwertszeit von 1·4 Minuten besitzt und β-Strahlen aussendet. Es konnte auch gezeigt werden, daß die α-Strahlen des Ra C weder dem Ra C_2 nach einem ihm eventuell folgenden Produkt zukommen können. Sie wurden deshalb dem Ra C_1, das eine Halbwertszeit von 19·5 Minuten besitzt, zugeschrieben. Nun bekommt man das Ra C_2 aus seiner Muttersubstanz Ra C_1 nur in sehr geringen Mengen, während man gleichzeitig das Ra D in einer Menge erhält, die einem gewöhnlichen Rückstoß durch α-Strahlen gut entspricht. Man konnte daraus schließen, daß die Umwandlung des Ra C in Ra D mit Emission von α-Strahlen verbunden ist, daß also die Muttersubstanz des Ra D unmöglich das nur β-Strahlen gebende Ra C_2 sein kann, sondern daß sie das Ra C_1 selbst sein muß. Es wurde deshalb der Schluß gezogen, daß das Ra C_1 zwei Arten von Umwandlungen zu unterliegen vermag; von ihnen führt die eine unter Emission von α-Teilchen zu Ra D, während die andere Umwandlung Ra C_2 ergibt.

*) Physik. Zeitschrift 1912, Nr. 15.



Eine genaue experimentelle Untersuchung dieser verwickelten Verhältnisse ergab nun für die Umwandlung und Spaltung in der Radiumreihe das folgende Schema, in dem die kleinen griechischen Lettern über den Pfeilen die Natur der emittierten Teilchen anzeigen:

$$RaB \xrightarrow{\beta} RaC_1 \begin{cases} \xrightarrow{(\alpha)} RaC_2 \xrightarrow{\beta} ? \\ \xrightarrow{\beta} RaC^1 \xrightarrow[7\cdot1\,cm]{\alpha} RaD \rightarrow RaE \rightarrow RaF. \end{cases}$$

E. Marsden und C. G. Darwin haben eine ebensolche Verzweigung in der Thoriumreihe nachgewiesen, so daß zwischen den beiden Reihen eine merkwürdige Analogie zu bestehen scheint. Für die Thoriumverzweigung scheint das folgende, vielleicht in Wirklichkeit noch verwickeltere Schema zu gelten:

$$Th\,B \xrightarrow{\beta} Th.C_1 \begin{cases} \xrightarrow[35\%]{\alpha} Th\,D \xrightarrow{\beta} ? \\ \xrightarrow[65\%]{\beta} Th\,C_2 \xrightarrow{\alpha} ? \end{cases}$$

Hier verwandeln sich also 35% der $Th\,C_1$-Atome mit Aussendung von α-Strahlen in das β-Strahlenprodukt Th D, während 65% mit Emission von β-Strahlen das sehr kurzlebige $Th\,C_2$ geben. Fajans zeigt, daß auch für Aktinium die Annahme einer Verzweigung berechtigt ist, wenn auch der Nachweis hier noch mit größeren Schwierigkeiten als beim Radium und Thorium verbunden ist.

Bogen- und Funkenspektrum des Radiums sind neuerdings von Prof. F. Exner und Dr. E. Haschek*) an mehreren Präparaten von verschiedenem Prozentgehalt an Radiumchlorid gemessen worden. Die aus diesen Messungen gewonnenen Tabellen dürften ein ziemlich vollständiges Bild des Radiumspektrums geben. Selbst in einem ganz schwachen Präparat von etwa ein Tausendstel Prozent waren noch zwei Radiumlinien sichtbar; dies entspricht einer bedeutenden spektralanalytischen Reaktionsfähigkeit dieses Elements, wie auch nach der Analogie mit Barium und Kalzium zu erwarten ist. Die Messungen zeigen volle Übereinstimmung mit den bisherigen Ergebnissen von Demarcay, W. Crookes und C. Runge und F. Precht.

Mit Rücksicht auf die Darstellungsweise des Radiums ist es von Interesse zu vernehmen, daß in den Präparaten mit ein Zehntel Prozent Radium und auch in einem stärkeren aus etwa zehn Prozent sich noch Spuren von seltenen Erden, und zwar der stärksten basischen, wie Skandium und Yttrium, nachweisen ließen. Bemerkenswert war außerdem im Funkenspektrum eine Linie bei 3993·25, deren Zugehörigkeit zu einem bekannten Elemente nicht festzustellen war. Sie findet sich mit der größten Stärke im schwächsten Präparat von 0·001%, mit geringerer Intensität auch noch in dem von 0·1%; spurenweise ist sie auch noch im zehnprozentigen nachzuweisen, fehlt aber im 70prozentigen; sie scheint also die markante Funkenlinie eines noch unbekannten Körpers zu sein, der bei der fortschreitenden Kristallisation zurückbleibt.

*) Sitzungsberichte der kais. Akad. der Wissensch., Bd. 120, Heft 6, Abt. IIa, S. 967.

Eine Untersuchung der Reichweite der α-Strahlen des Uran durch F. Friedmann hat ergeben, daß Uran zwei Arten von α-Strahlen habe, deren Reichweite in Luft 1·6 bezw. 2·7 Zentimeter beträgt (Sitzungsberichte der kais. Akad. der Wissensch. Wien, 120. Bd., 8. Heft der math.-naturw. Klasse).

Flüssige und feste Kristalle.

Neue Untersuchungen über flüssige Kristalle veröffentlicht Prof. Dr. O. Lehmann*) unter Vorausschickung einer geschichtlichen Einleitung, die uns über die Entdeckung dieser neuen Art von Aggregatzustand unterrichtet.

Versuche, die Kristallform des Ammoniumnitrats unter dem Mikroskop zu bestimmen, hatten Prof. Lehmann zu dem vor etwa vierzig Jahren sehr überraschenden Ergebnis geführt, dieser Stoff könne in mehreren festen polymorphen (mehrgestaltigen) Abänderungen auftreten, die sich in jeder Hinsicht wie Aggregatzustände verhalten, d. h. derart eine Reihe bilden, daß beim Erwärmen jeweils bei Überschreitung einer bestimmten Temperatur die Umwandlung in die nächste Modifikation stattfindet und umgekehrt bei Abkühlung unter derselben Temperatur Rückumwandlung in die frühere.

So erschien das althergebrachte Axiom, jeder Körper trete in drei und nur drei Modifikationen auf, einer festen, einer flüssigen und einer gasförmigen (z. B. Eis, Wasser, Dampf), als irrig. Es schienen mindestens mehrere feste Modifikationen angenommen werden zu müssen.

Dieses Ergebnis bereitete der „Identitätstheorie" Schwierigkeiten, jener Theorie, die annimmt, die Modifikationen eines Stoffes hätten nur deshalb verschiedene Eigenschaften, weil die Art der Aggregation der Moleküle verschieden sei. Immerhin konnte man ja den Molekülen so komplizierte Struktur zuschreiben, daß im festen Zustande mehrere Aggregationsarten der Moleküle als im Gleichgewicht befindlich denkbar waren.

Prof. Lehmann machte bei den neuen Modifikationen des Ammoniumnitrats ferner die Beobachtung, daß sie um so weicher waren, je höher die Temperaturgrenzen ihres Existenzgebietes lagen, ja daß die zwischen 125° und dem Schmelzpunkte 161° stabile regelrecht kristallisierende Modifikation wachsartig plastisch und auch insofern dem Flüssigkeitszustand nahe war, als ihre Löslichkeit im Wasser gegen den Schmelzpunkt hin enorm zunahm, beim Schmelzpunkt selbst schließlich fast unbeschränkt wurde. Eine ähnliche, sehr weiche, regulär kristallisierende Modifikation, die zwischen 146° und dem Schmelzpunkt 450° beständig ist, besitzt Jodsilber, das man bis dahin für amorph zähflüssig hielt.

*) Sitzungsberichte der Heidelb. Akad. der Wissensch., Jahrg. 1911, Abh. 22.

Waren nun die von Prof. *Lehmann* gefundenen Kristalle wirklich „*flüssige Kristalle*“?

Das Charaktermerkmal eines festen Körpers, *vollkommene Verschiebungselastizität* unterhalb einer Elastizitätsgrenze, zeigen sie nicht. Demgemäß müßte man sie flüssig nennen. Aber eine Flüssigkeit konnte nach früherer Auffassung nicht kristallinisch sein, war doch der Übergang zum kristallisierten, molekular geordneten Zustand wesensgleich mit *Erstarrung*. Im flüssigen Zustand mußte die uns als Wärme erscheinende molekulare Bewegung, die sich durch Diffusion und Brownsche Wimmelbewegung kundgibt, jede Anisotropie*) notwendig zerstören, selbst wenn sie aus irgend einem Grunde momentan aufgetreten wäre.

Daran, daß die beobachteten zähflüssigen Jodsilbergebilde dennoch „Kristalle“ seien, war aber nicht zu zweifeln. Sie hatten die *Fähigkeit, zu wachsen*, und zwar in Form skelettartig ausgebildeter regulärer Oktaeder, eine Fähigkeit, die amorphen, nicht kristallisierten Körpern abgeht. Man konnte höchstens annehmen, die Elastizitätsgrenze der weichen Jodsilberkristalle liege so niedrig, daß sie nicht wahrnehmbar sei. Andernfalls muß man die Existenz flüssiger Kristalle zugeben, damit aber auch die Unhaltbarkeit der Identitätstheorie, obschon sich diese stützt auf die (aus der kinetischen Gastheorie exakt abzuleitende) Regel von Avogadro, das Fundament der physikalischen Chemie.**)

Diesen Überlegungen nachgehend fand Prof. *Lehmann* dann bei einem anderen Stoff, dem *Ammoniumoleat* (Schmierseife), ähnlich weiche Kristalle, die noch den besonderen Vorzug hatten, nicht dem regulären, sondern dem tetragonalen System anzugehören, somit optischer Prüfung zugänglich zu sein. Sie haben sicher keine Elastizitätsgrenze, sind also flüssig, denn *zwei derselben zusammengebracht, fließen zusammen wie zwei Flüssigkeitstropfen*. Elastizität würde dem im Wege stehen. Zwei elastische Bälle, eingeschlossen in eine dem sogenannten Oberflächenhäutchen der Flüssigkeiten vergleichbare gespannte elastische Haut, werden nicht zu einer Kugel zusammengedrückt wie zwei zusammenfließende schwebende Tropfen durch die Oberflächenspannung. *Damit war die Existenz flüssiger Kristalle, die in jeder Hinsicht festen Kristallen gleichen, erwiesen.* Das Ammoniumoleat ist nicht nur diejenige Substanz, bei der *zusammenfließende, also zweifellos flüssige Kristalle* zum erstenmal gesehen und in ihrem Verhalten studiert worden sind, sondern es eignet sich auch ganz besonders für solche Versuche infolge seiner geringen Doppelbrechung und seiner Stabilität bei gewöhnlicher und höherer Temperatur.

Wenn trotz alledem die Tatsache der flüssigen Kristalle immer noch Zweifeln begegnet, so liegt das nach Prof. *Lehmann* zum Teil an der Schwierigkeit der Versuche bei Anwendung eines gewöhnlichen Polarisationsmikroskops. Er beschreibt deshalb zunächst eine neue Form dieses Mikroskops, bei der sich das Präparat in einem heizbaren Ölbade befindet, und gibt dann im Hauptteil der Arbeit eine genaue, reich illustrierte Beschreibung der Ergebnisse, die auf Grund dieser neuen Untersuchungsmethode gewonnen sind. Die neue Methode bestätigt nicht nur durchaus die früher mit weniger vollkommenen Hilfsmitteln gefundenen Resultate, sondern erweitert sie noch beträchtlich. Die Existenz flüssiger Kristalle zugegeben, genügt es nicht, einfach zu unterscheiden zwischen isotropen und anisotropen Flüssigkeiten;*) die Mannigfaltigkeit ist vielmehr eine weit größere. Wenn schon die normalen flüssigen Kristalle und anisotropen Flüssigkeiten nicht recht in das bisherige System der Kristallographie hineinpassen wollen, so gilt dies noch weniger von den anormalen und halbisotropen und, falls es solche gibt, von den ganz isotropen flüssigen Kristallen und kristallinischen Flüssigkeiten. Daraus folgert Prof. *Lehmann*, daß das bisherige kristallographische System nicht weit genug ist, um alle molekularen Gleichgewichte zu umfassen.

Aus der Existenz halbisotroper Kristalle ist zu schließen, daß Kohäsion und molekulare Richtkraft keineswegs proportional sind, daß erstere vorhanden sein kann, wo letztere fehlt, daß sie also verschiedener Natur sein müssen. Eine Äußerung der Kohäsion ist aber die Oberflächenspannung; folglich steht auch diese in keiner Beziehung zur molekularen Richtkraft. Das Gleichgewicht zwischen Kohäsion und Expansivkraft besteht, gleichgültig ob molekulare Richtkraft vorhanden sein mag oder nicht. Die letztere ist, weil aus gleich starken anziehenden und abstoßenden Wirkungen bestehend, auf dieses Gleichgewicht nur insofern von Einfluß, als sie Anisotropie der Expansivkraft und der Kohäsion bedingt und damit die eigenartige Form der flüssigen Kristalle und das Auftreten der Gestaltungskraft, sobald man diese Form zu stören sucht. Beruht die molekulare Richtkraft, wie aus dem Verhalten der flüssigen Kristalle hervorzugehen scheint, auf elektrodynamischen Wirkungen kreisender Elektronen, so müßten sich im Prinzip die Formen der flüssigen Kristalle berechnen lassen und damit auf die der festen, die nur einen Teil der ganzen Mannigfaltigkeit darstellen.

Prof. O. *Lehmann* erwartet, mit Hilfe der Untersuchungen über flüssige Kristalle die Existenz von Molekülen nicht nur mathematisch beweisen, sondern zugleich auch deren Größe und Form sowie ihre Kraftwirkung nach Maß und Zahl ermitteln zu können. Da die Moleküle flüssiger Kristalle keine anderen sind als die fester Kristalle, und da amorphe Stoffe nur Gemische verschiedener (kri-

*) Anisotrop etwa so viel wie kristallinisch.

**) Gleiche Volumina aller Gase enthalten bei gleicher Temperatur und gleichem Druck eine gleiche Anzahl Moleküle, deren Entfernung von einander im Verhältnis zu ihrer Masse so groß anzunehmen ist, daß sie keine wechselseitige Anziehung mehr aufeinander ausüben.

*) *Isotrop* nennt man Körper, die nach allen Seiten hin gleiche physikalische Beschaffenheit haben und z. B. Schall, Licht, Wärme, Elektrizität nach allen Seiten in derselben Weise und Stärke leiten. Isotrope Medien sind u. a. die nicht kristallisierten (amorphen) Körper wie Luft, Wasser, nicht gepreßtes Glas, und von den kristallisierten die im regulären System kristallisierenden Substanzen. *Anisotrop* (Heterotrop) sind vor allem alle kristallisierten Körper mit Ausnahme derjenigen des regulären Kristallsystems.

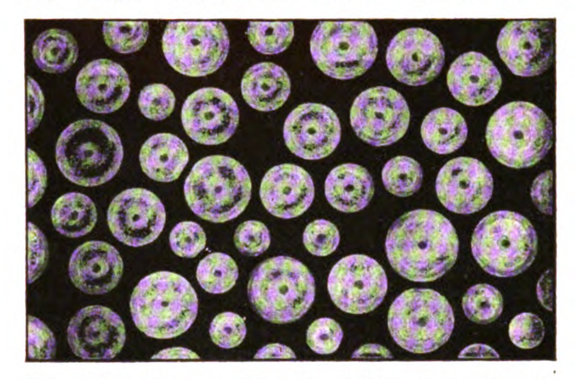


stallinischer) Molekülarten sind, so wäre damit das große Problem der Physik, die Erkenntnis der Molekularkonstitution der Körper, in exakter Weise gelöst. Zugleich wäre das Fundament zur Ableitung aller physikalischen Eigenschaften der Körper auf deduktivem Wege gelegt. Zuvor jedoch müssen die Grundlagen, auf die derartige Berechnungen zu stützen wären, auf experimentellem Wege möglichst gesichert werden.

Eine merkwürdige Erscheinung, die Selbstreinigung flüssiger Kristalle, ist von Prof. Dr. O. Lehmann*) entdeckt und untersucht worden. Wie durch Aufnahme und Ausscheidung und die damit verbundene Selbstreinigung des Organismus die chemische Konstitution eines Lebewesens stets unverändert erhalten wird, so zeigen auch die Kristalle, die so manche Ähnlichkeit mit Lebewesen aufweisen, ein Selbstreinigungsvermögen, ein Bestreben, fremde Moleküle oder Fremdkörper überhaupt von ihrer eigenen Masse fernzuhalten. Sie scheiden sich in der Regel, selbst in stark verunreinigter Mutterlauge, völlig rein aus. Aus gemischten Schmelzen, z. B. Granit, kristallisieren die einzelnen Komponenten, Quarz, Feldspat, Glimmer, getrennt. Der Chemiker reinigt deshalb vielfach seine Stoffe durch Umkristallisieren. Und ganz wie die Pflanzenwurzeln beim Wachsen das anliegende Erdreich zurückdrängen, so verdrängen auch Kristalle, in schlammiger Mutterlauge sich bildend, allen umgebenden Schlamm. Sie heben in poröser Erde wachsend nicht nur ihr eigenes Gewicht, sondern auch das großer Erdschollen; ja, in Mineralgängen dürfte häufig die „Kristallisationskraft" der entstehenden Mineralien die Wände der Spalten trotz des enormen Widerstandes bedeutend auseinandergedrückt und so den Raum beträchtlich erweitert haben.

Allerdings erscheint diese Kraft durch die Starrheit der Kristalle bedingt und prinzipiell verschieden von den Kräften der weichen oder gar flüssigen Lebewesen. Erst die Entdeckung weicher, plastischer und flüssiger Kristalle ermöglichte eine weitere Prüfung in dieser Richtung. Da fand sich nun die Vermutung, flüssige Kristalle vermöchten, in schlammiger Mutterlauge wachsend, den Schlamm nicht zurückzudrängen, sie vermöchten auch — wie andere Flüssigkeiten — fremde Stoffe leicht in Lösung aufzunehmen, keineswegs bestätigt; vielmehr zeigte sich deutlich ein Selbstreinigungsvermögen. Man kann einen flüssigen Kristall ebenso wie einen festen nur in seltenen Fällen künstlich färben, und auch dann nur blaß, was lebhaft an die Schwierigkeit der künstlichen Färbung lebender Organismen erinnert.

Völlig unmöglich ist es ferner, feine Partikelchen in einer kristallinischen Flüssigkeit schwebend zu verteilen, eine „kristallinische kolloidale Lösung" herzustellen; denn beim Entstehen der Kristalltropfen schieben diese die festen, in der Mutterlauge vorhandenen Partikelchen vor sich her und drängen sie in ihre Zwischenräume oder gegen die Wände des Gefäßes, während ihre eigene Masse durchaus rein bleibt. Zu dieser Beobachtung kann man z. B. als flüssigen Kristall Paraazoxyanisol benützen, das in Mono-Bromnaphthalin gelöst ist, dem etwas Tuschiertusche beigemengt ist. Sobald bei der Abkühlung die Tropfen der flüssig-kristallinischen Modifikation auftreten, drängen sie die Rußpartikelchen der Tusche in die Zwischenräume. Man könnte gegen diesen Versuch einwenden, daß das suspendierte Mittel (Ruß der Tusche) sich durch Kapillarwirkung allein schon in derjenigen Flüssigkeit anhäufen müsse, von der es leichter benetzt wird. Man kann aber die Anwesenheit einer zweiten Flüssigkeit ganz umgehen, indem man z. B. etwas Paraazoxyanisol auf einem Objektträger schmilzt, die Schmelze erstarren läßt, über einer leuchtenden Flamme leicht berußt und nun unter Hin- und Herschieben des Deckglases abermals schmilzt. Bei der Umwandlung in die flüssig-kristallinische Modifikation werden auch in diesem



Flüssige Kristalle (Paraazoxyanisol), welche mit Tusche vermengt waren, sondern sich von den Rußpartikelchen und drängen diese in die Zwischenräume.

Falle die Rußteilchen trotz Abwesenheit einer zweiten Flüssigkeit wieder ausgeschieden.

Die wahre Ursache der Selbstreinigungs- oder Kristallisationskraft ist zurzeit noch nicht erkannt, und auch die Überlegungen, die Prof. Lehmann über die von ihm beobachteten Tatsachen anstellt, führen zu keinem sicheren Ergebnis. Aus diesem Grunde ist auch der zu Anfang gezogene Vergleich mit dem Selbstreinigungsvermögen der Organismen noch unsicher.

Aber nicht nur die erst verhältnismäßig spät entdeckten flüssigen Kristalle bergen noch manches Unerklärliche; auch die Erkenntnis der festen Kristalle war noch einer bedeutenden Vertiefung fähig, wie die Untersuchungen J. Beckenkamps*) beweisen. Man nahm früher an, daß die Kristallisation in einer bestimmten Anordnung starrer, undurchdringlicher Massen von unabänderlichen Volumen bestehe. Die kleinsten Teile (Moleküle oder Massenpunkte) in gesetzmäßiger Weise anzuordnen, ohne Rücksicht auf diese Form, und diese Anordnung mit den kristallographischen Tatsachen in Einklang zu bringen, das erschien bis vor kurzem als die Hauptaufgabe der Kristallographie.

Diesen Standpunkt verließ u. a. Dr. Beckenkamp, um der physikalischen Seite der Kristall-

*) Die Umschau, 14. Jahrg., Nr. 48.

*) Sitzungsberichte der phys.-mediz. Gesellsch. zu Würzburg 1911, Nr. 7 u. 8; Referat Umschau, 15. Jahrg., Nr. 45 (Dr. Wiesinger).

betrachtung näher zu treten und damit die Kristalllehre auf neue Bahnen zu führen. So schuf er eine neue, auf die Bewegungserscheinungen eingehende *kinetische Kristalltheorie*, die allen physikalischen und geometrischen Möglichkeiten Rechnung zu tragen sucht. Sie gründet sich auf die Grundvorstellung der mechanischen Wärmetheorie, nach der die Moleküle oder Atome, aus denen der betreffende Körper besteht, Schwingungen um ihre jeweilige Gleichgewichtslage vollführen, und auf die Tatsache, daß Atome von verschiedenem Gewicht das gleiche Volumen besitzen können. Ferner schreibt *Beckenkamp* der elektrischen Ladung der Moleküle einen großen Anteil an der Kristallbildung zu, wie man dies vorher schon von der magnetischen Kraft annahm. Infolge ihrer elektrischen und magnetischen Eigenschaften sollen die Moleküle sich gegenseitig anziehen und nach den Schnittpunkten von drei oder vier Scharen paralleler Ebenen ordnen. Diese Kräfte allein ergeben aber noch keine vollständige Erklärung der Kristallstruktur.

Es gelang nun Dr. *Beckenkamp*, zwischen den Elementen sehr eigenartige Atomgewichtsverwandtschaften nachzuweisen, die auch wieder in den Strukturarten der Kristalle zum Ausdruck kommen. Dies und die schon früher von ihm nachgewiesenen Gesetzmäßigkeiten zwischen Atomgewichten und Längen der Kristallachsen haben den Forscher zu der Annahme geführt, daß *die einzelnen Atome Wellen aussenden, deren Schwingungszahlen oder Schwingungen pro Sekunde den Atomgewichten proportional sind.*

Erreger dieser Wellen mögen gleiche Uratome sein, aus denen alle Elemente zusammengesetzt sind; proportional mit dem Atomgewicht bedeutet deshalb auch soviel wie proportional der Anzahl der Uratome. Atome, deren Gewichte in einfachen Zahlenverhältnissen stehen, senden Schwingungen aus, die miteinander verträglich sind und sich deshalb wie Schallwellen, die miteinander in Resonanz stehen, auf der gleichen Linie fortpflanzen können, ohne sich gegenseitig zu zerstören. Liegen gleiche Atome in Abständen von nur halber Wellenlänge, so bilden die von beiden Atomen ausgehenden und sich nach entgegengesetzten Richtungen fortpflanzenden Bewegungen „stehende Wellen", d. h. in der Mitte zwischen beiden Atomen kommen jederzeit entgegengesetzte, sich gegenseitig aufhebende Schwingungen an; hier liegen also Ruhepunkte oder Schwingungsknoten. Bei den Atomen kommen jedesmal solche Bewegungen an, wie sie das betreffende Atom in demselben Augenblick schon selbst ausführt; die Bewegung der Atome wird also durch die ankommende Welle stets verstärkt, das Atom bildet demnach den Schwingungsbauch. In stationärem Gleichgewicht sind die Moleküle dann, wenn sich die gleichartigen, d. h. in einfachen Gewichtsverhältnissen stehenden Atome in den Schwingungsbäuchen der durch sie gebildeten stehenden Wellen befinden. Die gegenseitigen Abstände der Atome oder die Längen der stehenden Wellen müssen demnach den Atomgewichten umgekehrt proportional sein.

Die Wellenbewegung in der Richtung der Verbindungslinie nächstbenachbarten Atome wird um so intensiver, die Kristallisationskraft um so stärker, je genauer die Abstände der Atome der Resonanz der von ihnen ausgehenden Wellen entsprechen und je größer die Anzahl der in einer Reihe aufeinanderfolgenden Atome ist.

Die Wirkung der *Wellenbewegung* liefert nun nach *Beckenkamp* den zur vollständigen Erklärung der Kristallstruktur noch fehlenden Faktor: *sie zwingt nämlich die Moleküle in bestimmte Abstände*, während die elektrische und magnetische sie in bestimmte Reihen ordnen.

Die eigenartigen Atomgewichtsbeziehungen zwischen verschiedenen Elementen, die *Beckenkamp* nachgewiesen hat, drängen uns die Anschauung auf, daß die einzelnen Atome durch Addition gleicher Summanden entstanden sind, oder anders ausgedrückt: Das periodische System der Elemente umfaßt solche Aggregate von Uratomen, deren Gewichte einander verwandt sind. Merkwürdig ist nun, daß die Sauerstoffverbindungen mit dem einfachen Zahlenverhältnis in einem anderen System kristallisieren (rhomboedrisch), als die mit dem Tangentenverhältnis, die hexagonal oder oktaedrisch kristallisieren. Augenscheinlich ist also die Atomgewichtsverwandtschaft nicht nur für die Zusammensetzung der Moleküle, sondern auch für die Kristallstruktur von Bedeutung.

Das Ziel der kinetischen Theorie der Materie, chemische Verwandtschaft, Elektrizität, Magnetismus, Schwerkraft und Massenträgheit aus einem Gesichtspunkte einheitlich zu erklären, erscheint also durch die kinetische Kristalltheorie in etwas greifbarere Nähe gerückt.

Über ein neues Mittel, zur Erkenntnis der *Natur des Kristalls* zu kommen, berichtet Dr. H. *Löwy*.*) Danach wurde im Physikinstitut der Universität München folgender Versuch gemacht: Auf eine photographische Platte wurden durch einen Kristall, und zwar parallel zu einer seiner Symmetrieachsen, Röntgenstrahlen geschickt. Nach mehrstündiger Belichtung erschien auf der Platte außer dem Durchstoßpunkt der direkt durch den Kristall gehenden Strahlen rings um diesen Punkt eine Reihe von Flecken in regelmäßiger Anordnung, welche die Symmetrieeigenschaften des Kristalls wiedererkennen läßt. So spiegelt z. B. ein Photogramm die vierzählige Achse eines Kristalls, ein anderes eine dreizählige Achse wieder.**)

Wird die Achse des Kristalls nur wenig gegen die Richtung des einfallenden Strahles verdreht, so verschieben sich die Flecken auf der Platte; bei größerer Drehung erscheint ein buntes Durcheinander von Flecken, in dem keinerlei Gesetzmäßig-

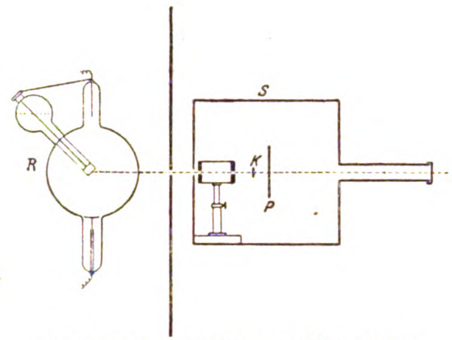
*) Die Naturwissenschaften, I. Jahrg., Heft 5.

**) 3-, 4- oder allgemein n-zählig nennt man eine Kristallachse, wenn durch eine Drehung von mindestens $\frac{360}{3}$, $\frac{360}{4}$ oder allgemein $\frac{360}{n}$ Graden um diese Achse der Kristallvielflächner mit sich selbst zur Deckung gelangt. In der Figur der Kristallstruktur um eine vierzählige Achse kann jeder Punkt durch eine Drehung von $\frac{360}{4} = 90^\circ$ mit einem entsprechenden Punkt zur Deckung gebracht werden.



keit mehr zu erkennen ist. Pulverisiert man den Kristall fein, so verschwinden alle Flecken bis auf den Durchstoßpunkt. Diese Versuche zeigen also, daß Röntgenstrahlen beim Durchgang durch einen Kristall eine eigenartige Beeinflussung erfahren, die in engem Zusammenhange mit den Symmetrieverhältnissen des Kristalls steht.

Nach **Bravais** (seit 1850) wird angenommen, daß die Moleküle, die im gewöhnlichen (sogenannten amorphen) Körper unregelmäßig durch-



Durchleuchten eines Kristalls (K) mit Röntgenstrahlen.
R = Röntgenapparat, S = Schutzkasten, P = photographische Platte.

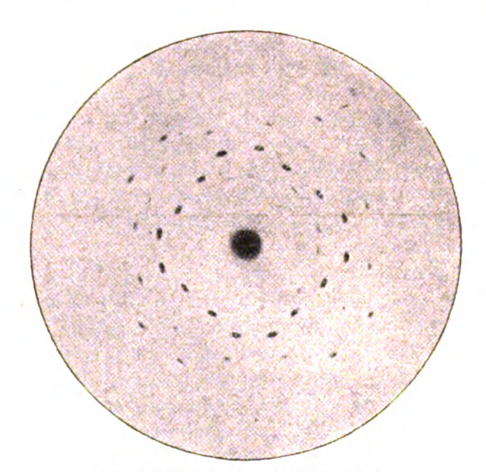
einander liegen, im Kristall in ganz bestimmter Weise, nämlich in parallelepipedischen (etwa würfelförmigen) Raumgittern angeordnet sind. Aus dieser Annahme kann man die geometrischen Eigenschaften der Kristallformen und ihre Mannigfaltigkeit in anschaulicher Weise ableiten. Für die physikalischen Eigenschaften der Kristalle gelang das bisher nicht so; erst die neuen Versuche, die hier angedeutet sind, scheinen dies zu ermöglichen.

Nehmen wir an, ein Kristall bestehe wirklich aus einer parallelepipedischen Anordnung von Molekülen, und ersetzen wir der Einfachheit halber das räumliche Gitter durch eine gerade, mit gleich weit voneinander entfernten Molekülen besetzte Linie. Was geschieht, wenn elektromagnetische Wellen (etwa gewöhnliches Licht) auf das Gitter fallen? Da ein derartiges Gitter offenbar nichts weiter als ein mit Öffnungen versehener Schirm für die Lichtwellen ist, so haben wir nach den Gesetzen der geometrischen Optik abwechselnde Streifen von Licht und Schatten hinter dem Schirm zu erwarten.

Die Gesetze der geometrischen Optik gelten nun bekanntlich nicht in voller Strenge, und zwar um so weniger, je kleiner die Abstände der Punkte oder die Schirmöffnungen im Vergleich zur Wellenlänge des einfallenden Lichtes sind. Sind die Öffnungen von der Größenordnung der Lichtwellenlänge (etwa 10^{-5} Zentimeter), so wird die beschriebene Schattenkonstruktion völlig unbrauchbar. Für diesen Fall stellt man sich vor, daß die Punkte in dem Moment, da sie von den Lichtwellen getroffen werden, mit gleicher Phase Licht auszusenden beginnen. Die von diesen vielen Lichtquellen forteilenden Wellen werden sich im Raum nach allen möglichen Richtungen durchkreuzen und überlagern: dort, wo Wellenberg mit Wellenberg zusammentrifft, ergibt sich Licht, wo Wellenberg über Wellental lagert, Schatten. Entsprechend der regelmäßigen Anordnung der Schirmöffnungen wird auch die Verteilung von Licht und Schatten bestimmte Regelmäßigkeiten zeigen. So kommen die eigenartigen Figuren zu stande, welche die Optik mit dem Namen „Beugungsbilder" bezeichnet. Unsere Molekülanordnung ist nichts weiter als ein gewöhnliches Beugungsgitter, denn als solches kann man jegliche regelmäßige Anordnung von undurchsichtigen und durchsichtigen Körpern bezeichnen. Denken wir uns endlich die Öffnungen noch kleiner als Lichtwellenlänge, so verschwinden die Beugungsbilder und überhaupt aller Unterschied von Licht und Schatten: es tritt die sogenannte Zerstreuung des Lichtes ein, der Raum erscheint von einem gleichmäßigen, mehr oder minder trüben Lichte erfüllt. Dieser Fall tritt ein, wenn Licht auf einen Kristall fällt; denn die Wellenlänge des Lichtes ist sehr groß gegen die Distanz der Moleküle.

Um regelmäßige Beugungsfiguren zu erhalten, wie die Versuche in München sie ergeben haben, müßte man eine Lichtart von wesentlich kleinerer Wellenlänge verwenden. Eine solche scheinen die Röntgenstrahlen zu sein. Ihre Wellenlänge wird von verschiedenen Physikern auf 2×10^{-8} bezw. 10^{-9} Zentimeter geschätzt. Diese Zahlen sind von derselben Größenordnung wie die nach zwei Methoden berechnete Distanz der Moleküle im Kristall, 10^{-8} Zentimeter. So konnte auf Grund dieser einfachen Abschätzung Prof. M. **Laue** das Auftreten jener merkwürdigen Figuren vorhersagen, die nunmehr als Interferenz- oder Beugungsbilder anzusprechen sind.

Daß beim Zustandekommen dieser Bilder nicht die Regelmäßigkeit im großen, nämlich die Gestalt



Kristallstruktur um eine vierzählige Achse.

des Kristalls, sondern die Regelmäßigkeit im kleinen, d. h. seine **molekulare Struktur**, maßgebend ist, zeigen Versuche mit Kristallen, deren Gestalt eine andere, niedrigere Art von Symmetrie besitzt, als das zugehörige Molekulargitter. Photogramme solcher Kristalle zeigen tatsächlich die höhere Symmetrie des Raumgitters und nicht jene der Kristallform. Auch ist die Richtung der Begrenzungsflächen des Kristalls ohne Einfluß auf das Beugungsbild, falls nur das Raumgitter seine richtige Stellung behält.

Die Versuche in München wurden mit 0·5 Millimeter dicken Plättchen von Zinkblende, Steinsalz, Bleiglanz und Kupfervitriolkristallen gemacht. Die Belichtungszeiten bewegten sich bei 2—10 Milli-Ampère Belastung zwischen 1—20 Stunden. Die Versuchsanordnung ergibt sich aus der Abbildung. Sehr wichtig ist eine möglichst genaue Orientierung des Kristalls, da schon geringe Verdrehungen genügen, um die Regelmäßigkeit der Figuren zu verwischen. Umgekehrt wird sich daher diese Versuchsweise zu genauer Bestimmung kristallographischer Achsen verwenden lassen.

Während bisher die Ansicht vorherrschte, daß die Röntgenstrahlen korpuskuläre Strahlen sind, ähnlich den Kathoden- und Kanalstrahlen, nur mit dem Unterschiede, daß die materiellen Teilchen, welche in der Strahlrichtung hineilen, elektrisch ungeladen sind, scheinen sie nach obigem eine Wellenstrahlung von Art des gewöhnlichen Lichtes und der „elektrischen" Wellen zu sein. So sind durch jenen Versuch eine Reihe wichtiger Ergebnisse gewonnen: es ist ein neues Argument für die Wellennatur der Röntgenstrahlen erbracht; die Strukturtheorie der Kristalle hat ihre erste physikalische Feuerprobe bestanden; und was das wichtigste ist: der physikalischen Forschung ist ein neuer, leicht gangbarer, aber weit in die Tiefe führender Weg eröffnet. Indem man darangehen wird, die Veränderung der Beugungsfiguren unter den verschiedensten Bedingungen zu untersuchen, wird man die Bewegung der Moleküle unter der Einwirkung der verschiedenen physikalischen Kräfte gleichsam mit den Augen verfolgen können.

Das Leben und seine Entwicklung.

(Allgemeine Biologie, Entwicklungslehre, Paläontologie.)

Naturdenkmalschutz * Das biogenetische Grundgesetz * Abstammungsfragen in der Wirbeltierwelt.

Naturdenkmalschutz.

Die Befürchtung, in dem Bestande unserer Tier- und Pflanzenwelt immer klaffendere Lücken entstehen zu sehen, ergreift ständig weitere Kreise, nicht zum wenigsten unter den hervorragenden Größen der Wissenschaft. Vor der British Association in Dundee hat der Präsident der Zoologischen Sektion, P. Chalmers Mitchell, eine Rede über ein nicht genug zu erörterndes Thema, „Die zoologischen Gärten und die Erhaltung der Tierwelt", gehalten.*) Zunächst legt er an zwei Beispielen dar, wie reißend schnell die Ausrottung selbst bei einer anscheinend in unerschöpflicher Fülle vorhandenen Tierart vor sich gehen kann.

Im Jahre 1867 weideten noch Millionen von Bisons auf den Prärien und in den Waldungen Nordamerikas. In diesem Jahre schnitt die Erbauung der Union Pacific, der ersten großen Überlandbahn, die Herde in zwei Teile. Die südliche Abteilung, die für sich schon aus mehreren Millionen Stück bestand, ist zwischen 1871 und 1874 ausgerottet worden, und die Zerstörung der nördlichen Herde wurde zehn Jahre später beendet. Gegenwärtig existieren nur noch zwei Herden wilder Bisons. Im Yellowstone-Park waren im Jahre 1911 nur noch etwa zwanzig Stück vorhanden, indem der größte Teil durch Wilddiebe getötet wurde. Eine größere Zahl, mehr als dreihundert, sind noch in der Nähe des Großen Sklavensees am Leben. Außerdem leben wahrscheinlich gegen zweitausend in Gefangenschaft, in den verschiedenen zoologischen Gärten, in Privatbesitzungen und staatlichen Schutzgebieten. Nur das gewissenhafte und entschiedene Eintreten des Menschen hat dem vom Menschen selbst herbeigeführten Unheil Halt gebieten können.

Auch das zweite Beispiel ist aus den Vereinigten Staaten genommen, es beweist, wie notwendig der Schutz der Wandervögel ist. Audubon berichtet, daß vor hundert Jahren die Wandertaube in unzähligen Millionen existierte, und daß zeitweise der Himmel vier Tage lang von dem Strom der Wandernden verdunkelt erschien. Die endgültige Ausrottung dieser Art ist seit 1867 vor sich gegangen. Im Jahre 1906 waren tatsächlich nur noch fünf einzelne lebende Vögel vorhanden, sämtlich in der Gefangenschaft ausgebrütet, und jetzt sind auch diese letzten Überbleibsel einer so fruchtbaren Spezies tot.

Die Gründe des Aussterbens der Tierwelt im einzelnen genau zu erörtern, würde zu weit führen. Mitchell betrachtet als die mächtigsten Faktoren die Vervollkommnung der modernen Feuerwaffen und ihren enorm ansteigenden Gebrauch seitens der zivilisierten und barbarischen Menschheit. Aber auch schon die bloße Nähe des Menschen kann dem Wilde verderblich werden. Die Tierwelt weicht vor ihm zurück, sieht sich ihrer Nahrung beraubt, geht zu Grunde, wofür wir weiterhin noch ein schlagendes Beispiel aus jüngster Zeit bringen werden. Diese Tatsachen sind der Ausdruck eines allgemeinen biologischen Vorganges, dem gemäß auch in der Vergangenheit zeitweise eine Spezies den Vorrang über andere gewonnen und sie verdrängt, ausgerottet hat. Sache der Intelligentesten und Weitschauendsten unter uns muß es sein, diesem Zerstörungswerk Einhalt zu gebieten und zu retten, was noch zu retten ist.

In Europa bleibt da unglückseligerweise nur noch wenig zu tun. Der europäische Bison, in

*) Nature vol. 90 (1912), Nr. 2258.

Westeuropa schon seit mehreren Jahrhunderten ausgerottet — der letzte wurde 1755 in Ostpreußen getötet —, lebt nur noch in Litauen unter dem Schutze des Zaren in einer Herde von mehreren Hunderten, wirklich wild in etwas bedeutenderer Zahl im Kaukasus und außerdem in einigen kleinen, eingehegten Trupps in den Privatforsten des Zaren, des Fürsten Pleß und des Grafen Potocki. Der einst in Europa weitverbreitete Biber ist fast ausgerottet (s. Jahrb. X., S. 203). Wolf und Bär haben in den dichtesten Wäldern und den entlegensten Gebirgsgegenden Zuflucht gesucht, der Vielfraß in den verstecktesten Winkeln des hohen Nordens. Die Gemse verdankt ihre Forterxistenz nur den Jagdgesetzen und den weiten, unzugänglichen Gebieten, in die sie sich flüchten kann; aber der Muflon von Korsika und Sardinien und der spanische Steinbock sind nahezu ausgerottet. Alle kleineren Wesen, von Otter und Wildkatze und Marder bis zur Spitzmaus, sind im Verschwinden begriffen.

Indien enthält den reichsten, buntesten und, von gewissen Gesichtspunkten aus, interessantesten Teil der Tierwelt Asiens. Obwohl es von Menschen wimmelt, hat seine natürliche Beschaffenheit die individuen- und artenreiche Fauna bis zur Gegenwart gerettet. Das ist neuerdings plötzlich anders geworden, und zwar zweifellos infolge des Eingreifens englischer Militär- und Zivilpersonen, die teils selbst jagten, teils die mohammedanische Bevölkerung und die Eingeborenenregimenter dazu anfeuerten. Auch die fortschreitende Entwaldung und die Austrocknung der Marschländereien hat ihr Teil dazu beigetragen. Der Tiger hat keine Aussicht auf Erhaltung gegenüber der modernen Büchse. Das einhörnige Rhinozeros ist in Nordindien und Assam fast ausgerottet. Der prächtige Gaur (Rinderart) ist fast in seinem ganzen Verbreitungsgebiet, Südindien und der malayischen Halbinsel, getötet. Bären und Wölfe, Wildhunde und Leoparden werden unerbittlich verfolgt, Hirsche und Antilopen sind an Zahl so zurückgegangen, daß selbst die gedankenlosesten Sportsmen zu schreien anfangen, und Wildschafe und Wildziegen sind bis zu den äußersten Grenzen ihres Verbreitungsgebietes gescheucht.

In Afrika scheint die Sache nicht ganz so schlimm zu liegen. In dem weiten, unwegsamen Innern sollen Löwen und Leoparden, Elefanten und Giraffen noch in ungezählten Mengen hausen, nicht zu vergessen der düsteren tropischen Waldungen, von deren Bewohnern nur vage Gerüchte zu uns dringen (Okapi). Aber wir wissen, daß auch Südafrika vor kaum fünfzig Jahren so ein Paradies für den Jäger war, und wir wissen, was es jetzt ist, nachdem die Eisenbahn es erobert hat und die Verwüstungen des Krieges darüber hingegangen sind. Das Wild, das ehedem hier in zahllosen Millionen schwärmte, ist entweder ausgerottet, wie das Quagga und das schwarze Wildebeest, oder kümmert in dürftigen Überresten in einigen Reservationen und Farmen. Sportsmen und Jäger haben sich anderen Teilen des Kontinents zugewandt, und man darf in die Zukunft der afrikanischen Fauna nicht mit Vertrauen blicken. Die Zivilisation frißt sich von allen Seiten in das Land ein und die europäischen Großmächte „erschließen" ihre afrikanischen Besitzungen: Forschungsexpeditionen, Strafexpeditionen, Jagd- und Sammelexpeditionen, Eisenbahnen, Erschließung der Wasserläufe, alles sehr schön für die Zivilisierung; aber die Tierwelt ist der leidtragende Teil. Die Löwen werden bald ausgerottet sein. Die Hyäne wird in Fallen gefangen, geschossen, vergiftet. Die Elandantilope, die Giraffe, der Elefant, das Nashorn, der Büffel, sie sind der Ausrottung nahe, und der bunte Bock, das rote Hartebeest, das Bergzebra und viele andere sind so selten geworden, daß man sie als tatsächlich ausgerottet ansehen kann.

Wenden wir uns Australien mit seiner eigenartigen Fauna zu, so zeigt sich auch hier ein weitgehender Zustand der Zerstörung. Nach den Forschungen des Sammlers Shortridge ist selbst in Westaustralien südlich von den Tropen das Verbreitungsgebiet aller Arten von Beuteltieren und Monotremen stark eingeschränkt, obwohl dieses Gebiet von der Zivilisation weit weniger berührt worden ist als Queensland, Neusüdwales oder Viktoria. Die Beutler und Monotremen (Schnabeltiere, Ameisenigel) sind bekanntlich ziemlich stumpfsinnige Tiere und wenig befähigt, sich neuen Lebensbedingungen anzupassen; sie schweben daher in größter Gefahr, völlig ausgerottet zu werden. Auf Tasmanien haben der Beutelwolf und der Tasmanische Teufel sich unglückseligerweise den berechtigten Unwillen des Farmers zugezogen, und ihre Ausrottung ist leichter nach Monaten als nach Jahren zu berechnen.



Gabelantilope.

Die staunenswerte ungeheure Entwicklung des nordamerikanischen Kontinents ist das Verderb seiner Tierwelt. Das Schicksal des amerikanischen Bisons droht der Gabelantilope, einem der isoliertesten und interessantesten Wesen, dem virginischen Hirsch, dem Dickhornschaf und vielen anderen; selbst die weiten Einöden Kanadas bieten keinen Schutz mehr von der vorwärtsstürmenden Zivilisation. Nicht so unmittelbar droht die Gefahr in Südamerika; aber mit dem Wiedererstarken der lateinischen Rasse wird sie auch hier steigen.

Anstatt sich sentimentalen Betrachtungen über die Verarmung und Ausrottung der Tierwelt, die



sich auch im Gebiete der übrigen Wirbeltierklassen und zum Teil sogar der Wirbellosen vollzieht, hinzugeben, anstatt dem Menschen das Recht zur Unterwerfung der Erde und ihrer Geschöpfe und zur Benutzung der letzteren für seine Zwecke zu bestreiten, wendet der praktische Engländer sich der Frage zu: Was ist schon für die Erhaltung der Tierwelt getan, und was können wir weiterhin tun?

Da sind zunächst die Jagd- und Schongesetze, die zuerst für Indien erlassen wurden und vielfacher Verbesserungen und Erweiterungen bedürfen; ferner die Wildreservationen, die in der verschiedensten Form eingerichtet werden können, für den Schutz einiger Wildarten oder aller Bewohner, für bestimmte Jahreszeiten oder für eine längere Reihe von Jahren, bis der Bestand der Wildarten ein normales Maß erreicht hat. Dazu können Ausfuhrverbote für Felle, Häute, Hörner u. dgl. treten nebst dem Verbot gewisser Fangarten. Noch wichtiger sind die Schutz- und Nationalparks, welche die ganze Flora und Fauna in möglichster Unberührtheit und größtem Umfange erhalten sollen und unter keiner Bedingung dem Jäger und Sportsmann wieder geöffnet werden dürfen.

Endlich kommen für die Erhaltung gewisser Arten die zoologischen Gärten in Betracht, die in vereinfachter Form schon bei den ältesten Zivilisationen, mehrere tausend Jahre vor unserer Zeitrechnung, zu finden sind. Der Ursprung dieser Einrichtung ist vielleicht auf eine Art Totemismus zurückzuführen. Bei den alten Ägyptern z. B. wurden neben dem Stier und der Schlange Paviane, Flußpferde, Katzen, Löwen, Schakale, Ichneumons, Krokodile und kleinere Tiere in verschiedenen Städten als heilig gehalten; daneben hielten Ägypter und Assyrer gewisse Tierarten in Parks, ebenso die Chinesen. Demselben Gebrauch, den die späteren Kulturvölker beibehielten, verdanken wir die Erhaltung einiger sonst ganz ausgestorbener Tierarten. Ein Beispiel dafür ist der europäische Bison, ein noch besseres der Davidshirsch, ein nur aus den kaiserlichen Parks in China bekannter seltener und merkwürdiger Typus. Die letzten Exemplare in China wurden im Boxerkriege getötet, und die Art würde völlig ausgerottet sein, wenn nicht der Herzog von Bedford im Woburn Abbey eine kleine Herde hegte. Sie bestand im Jahre 1909 aus nur 28 Individuen, ist aber jetzt bis auf 67 angewachsen. In die zoologischen Gärten müssen unter Herstellung möglichst naturgemäßer Lebensbedingungen alle die Geschöpfe gerettet werden, deren Ausrottung in naher oder ferner Zeit vorauszusehen ist.

Des **Zobels**, dieses infolge der ungeheuren Nachfrage stark bedrohten edlen Pelztierchens, hat sich gegenwärtig die russische Regierung in dankenswerter Weise angenommen. Vom 1. Februar 1913 bis zum 15. Oktober 1916 soll in ganz Sibirien, wo das Tier allein existiert, kein Zobel gefangen werden. Durch Verbot des Handels mit Zobelfellen während dieser Zeit soll das Verbot unterstützt werden. Nach Ablauf der Schutzfrist wird eine jährliche Schonzeit vom 1. Februar bis 15. Oktober Platz greifen. Wenn auch diese Maßnahmen nur vom menschlichen Eigennutz diktiert werden, so wäre ihre Übertragung auf gleicherweise bedrohte Pelztiere und Schmuckfedervögel doch im höchsten Grade wünschenswert.

Unter den Zeitschriften, die in warmer Weise für den Naturdenkmalschutz eintreten, steht die „Naturwissenschaftliche Wochenschrift" in erster Reihe. Auch im vergangenen Jahre hat sie ihm unter der Devise „Dem Schutz der heimischen Natur!" eine ganze Nummer (Nr. 27) gewidmet. **Schutz der deutschen Landschaft** gegen zahlreiche Verunglimpfungen, wie Gasthäuser oder Aussichtstürme auf jedem hervorragend schönen Punkt, Bergbahnen auf jeden Gipfel, Reklametafeln mit Riesenlettern in der einfachen, anheimelnden Natur fordert Prof. W. Beck. Prof. Dr. **Wahnschaffe** tritt für den **Schutz geologischer Naturdenkmäler** ein, zeigt an einer Anzahl von Beispielen, wie stark gefährdet in den Ländern mit weit vorgeschrittener Kultur diese Zeugen der Vergangenheit sind, und gibt Winke zu ihrer Rettung. Die **Bedrohung unserer Pflanzenwelt** durch Veränderung, Einschränkung oder Vernichtung der natürlichen Vegetationsformationen seitens der gewerbsmäßigen, aus Gewinnsucht handelnden Pflanzensammler der Tauschvereine oder seitens der Händler, ferner seitens des „grasenden" und lagernden Publikums schildert Prof. Dr. P. **Graebner**. Gegen die Veränderungen, die der Mensch zu Kulturzwecken, behufs Erweiterung seiner Siedlungen, vornimmt, läßt sich leider so gut wie gar nicht ankämpfen. Für den **Schutz der heimischen Tierwelt** tritt Prof. Dr. M. **Braeß** ein. Er zeigt, wie viele Vogelarten in ihrem Bestande hart bedroht sind, wie bedauerlich die Ausrottung des kleineren Raubwildes, dessen Auftreten in Feld und Wald jeder Naturfreund mit Interesse verfolgt, vorgeschritten ist. Ebenso bedauerlich ist die unabläßige Verfolgung der gefiederten Räuber, deren Erhaltung dem Naturfreund noch ungleich mehr am Herzen liegen sollte, weil diese prächtigen Vogelgestalten die herrlichste Staffage jeder einsamen Gebirgs-, Wald-, See- und Sumpflandschaft sind. Man braucht noch nicht an die Adler zu denken. Schon unser Mäusebussard, wenn er in anmutigen Flugspielen im Frühjahr hoch über den Wipfeln des Waldes schwebt, oder die Gabelweihe, oder der schwarzbraune Milan, wie sie sanften, ruhigen Fluges, gleichsam schwimmend, ohne Flügelbewegung beständig kreisend, über Seen und Wiesen sich höher und höher schrauben, bis nur noch ein Punkt an der strahlenden Himmelsglocke den kühnen Segler verrät — welch ein wunderschöner, erhabener Anblick, ein kleiner Ausschnitt urwüchsiger, unverdorbener Natur. Sollen wir, so ruft Dr. **Braeß** mit Recht, auf solch, heute schon so seltenes Erlebnes künftighin und für alle Zeiten gänzlich verzichten!

Es kann hier nicht weiter auf den Inhalt dieser Naturschutznummer eingegangen werden; hoffentlich veranlaßt das Gesagte recht viele Leser, sie selbst eingehend zu studieren.

Gegen die wohlgemeinten, aber unangebrachten Eingriffe des Menschen in die Harmonie der Natur, Eingriffe, die sich bei uns hauptsächlich in der schonungslosen Verfolgung alles Raubwildes

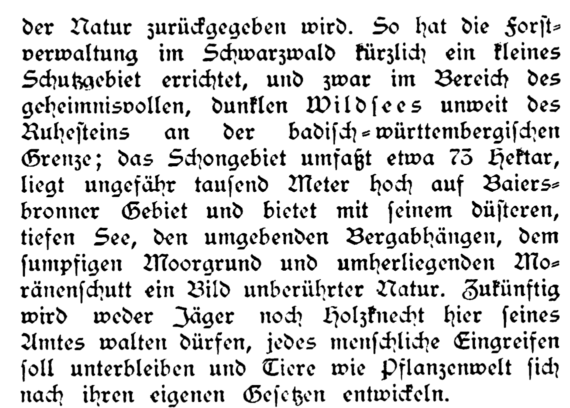


offenbaren, wendet sich ein Naturforscher, Dr. Konrad Günther, an der Hand eines einleuchtenden Beispieles in seinem schönen Buche über Ceylon,*) einem Werke, das uns auch zeigt, in wie großartiger Weise die Engländer in ihren Reservationen für den Naturdenkmalschutz praktisch eintreten. Der Krokodilteich von Hambantota an entlegener Stelle im Innern Ceylons wimmelte von den geschuppten Riesenechsen, deren Hauptnahrung Fische sind, was schon durch die entsetzliche Angst derselben und ihr Herausschnellen vor einem plötzlich ins Wasser stoßenden Krokodil bewiesen wurde. Da die Krokodile in dem nicht großen Teich zahlreich waren, so mußten die Fische viel von ihnen zu leiden haben. Aber die Panzerechsen waren nicht ihre einzigen Feinde. Auch die in Scharen vorhandenen Reiher nähren sich fast ausschließlich von Fischen, ebenfalls Fischfeinde waren die Eisvögel, die Fischadler und andere Tiere, darunter solche aus dem eigenen Geschlecht, sowie die Eier und Brut vertilgenden Wasserinsekten. Dabei war das offene Wasser wenige Hektar groß und nirgends mit einem anderen Wasser verbunden, so daß die Fische von auswärts keinen Zuzug erhalten konnten.

Man sollte denken, sagt Dr. Günther, in wenig Jahren würden so viele Feinde den Fischbestand des Teiches vernichtet haben; aber im Gegenteil, es wimmelte von Fischen, obwohl die Verhältnisse seit Jahrtausenden dieselben gewesen sein müssen. So hatte ich hier ein Schulbeispiel vor mir dafür, daß diejenigen Unrecht haben, welche in der freien Natur zwischen schädlichen und nützlichen Tieren unterscheiden wollen. Die Verfolger können ihre Beutetiere nicht ausrotten, im Gegenteil, sie erhalten sie in voller Kraft, indem sie zuerst die Kranken und Schwächlichen wegfressen und dadurch die Gesunden vor Ansteckung und Ererbung eines schwächlichen Körpers bewahren. Außerdem halten sie durch ihre Jagd Sinne und Beweglichkeit wach. Die freie Natur ist ein harmonisches Ganzes, sie bedarf der Verfolger sowohl wie der Verfolgten, sie erhält beide im Gleichgewicht, und Verödung und Verarmung tritt nur dann ein, wenn der Mensch, der trotz seiner Kurzsichtigkeit alles besser wissen und machen will, mit grober Hand eingreift und die schönen Wesen, die er „Raubtiere" oder gar „Raubzeug" nennt, vernichtet.

Aber seine gemästeten und verweichlichten Nutztiere werden krank, seine Kultur drängt die frische Natur zurück, seine Hand zerstört das Gleichgewicht der Natur und bringt dadurch auch das, was er erhalten will, zu Fall. Und keines seiner Fischwasser wird jemals über so lange Zeiten hinweg ununterbrochen einen solchen Reichtum an Fischen beherbergen, wie der Krokodilteich von Hambantota.

Da große Naturschutzparks nach Art der amerikanischen Reservationen bei uns nicht mehr zu verwirklichen sind, so müssen wir uns schon jedes Fleckchens Erde freuen, das den Eingriffen der Menschenhand entzogen und dem freien Walten



der Natur zurückgegeben wird. So hat die Forstverwaltung im Schwarzwald kürzlich ein kleines Schutzgebiet errichtet, und zwar im Bereich des geheimnisvollen, dunklen Wildsees unweit des Ruhesteins an der badisch-württembergischen Grenze; das Schongebiet umfaßt etwa 75 Hektar, liegt ungefähr tausend Meter hoch auf Baiersbronner Gebiet und bietet mit seinem düsteren, tiefen See, den umgebenden Bergabhängen, dem sumpfigen Moorgrund und umherliegenden Moränenschutt ein Bild unberührter Natur. Zukünftig wird weder Jäger noch Holzknecht hier seines Amtes walten dürfen, jedes menschliche Eingreifen soll unterbleiben und Tiere wie Pflanzenwelt sich nach ihren eigenen Gesetzen entwickeln.

Um Überreste oder Zeugen der Eiszeit handelt es sich in den folgenden zwei Fällen aus Norddeutschland. Einer der wenigen Punkte, wo hier im anstehenden Gestein Spuren einer Bedeckung mit diluvialem Inlandeis gefunden sind, ist der Wald von Huyneinstedt. Dort sind auf der Höhe des Huywaldes beim Steinbruchbetrieb zwei Gletschertöpfe von verschiedener Größe und das Rinnsal eines Gletscherbaches freigelegt worden. In Anbetracht des hohen wissenschaftlichen Wertes der Fundstätte hat der Kreis Aschersleben das Gelände angekauft und vor der Zerstörung geschützt. In der Bauernschaft Steinbrundorf (Westfalen) liegt der acht Morgen große Findlingswald, so genannt nach den dort lagernden erratischen Blöcken oder Findlingen, die während der Eiszeit durch Gletscher dorthin transportiert worden sind. Um diese gewichtigen Zeugen eines Naturvorganges, durch den das heimische Klima, die Fauna und Flora ein ganz verändertes Gepräge bekommen hat, zu erhalten, hat der dortige Verein für Heimatschutz und Naturdenkmalpflege den Ankauf des Findlingswaldes in die Wege geleitet.

Über aussterbende Baumarten in Bayern berichtet Dr. Josef Reindl*) in einer sehr interessanten kleinen Arbeit. Zu den Seltenheiten der Waldbäume gehört schon die Eibe oder der Taxus, der noch im Mittelalter wie zur Römerzeit größere Bestände bildete. Daß die Eibe in Bayern — und man darf wohl sagen in ganz Deutschland — längst schon ein seltener Baum geworden ist, daran trägt Schuld das sehr begehrte Holz des Baumes, sein langsames Wachstum, seine schwierige Verbreitung durch Samen und nicht zuletzt die Unmöglichkeit, kahle Flächen mit ihr zu besiedeln, da sie außerhalb des Waldschutzes gegen strenge Winterfröste empfindlich ist. Der Taxus scheint durch die Nachfrage nach seinem feinen, unverwüstlichen, elastischen Holz, das sich ganz besonders zur Anfertigung von Bogenwaffen eignete, namentlich im XVI. und XVII. Jahrhundert ausgerottet zu sein. So wurden für diesen Zweck nachweisbar um 1588 in der Freisingschen Herrschaft Waidhofen allein gegen 10.000 Stück Eiben abgeschlagen.

Ein aussterbender Baum Bayerns ist ferner die auch als Zirbe oder Arve bezeichnete Zirbelkiefer. Der einzige Standort, wo sie noch in grö-

*) Einführung in die Tropenwelt. Mit 107 Abbildungen. Leipzig 1911.

*) Naturwiss. Wochenschrift XI., Nr. 25.



ßerer Zahl auftritt, ist das Rotlender Gappenfeld am Laibach. Die Zirben sind aber im Algäu größtenteils nicht mehr in schönen, vollkräftigen Stämmen vorhanden, sondern vielfach schon absterbend. Bald ist die Krone kahl, bald steht der ganze Baum nackt und zerstört, bald liegen die Leichen zerstückelt und gebleicht auf dem Boden. In den bayrischen Alpen findet sich die Zirbe noch im Wettersteingebiet und im Karwendelstock, wo noch Stämme bis zu einem Meter Durchmesser zu sehen sind. Auch in den Salzburger Alpen ist sie nur noch an wenigen Stellen vertreten. Über die Ursache ihres Aussterbens ist man sich noch nicht vollständig klar.



Rieseneiche vom kaiserlichen Gut Kadinen.

Ob der Mensch sie zurückgedrängt hat, oder ob sie im freien Konkurrenzkampf mit der siegreichen Fichte unterlag, ist schwer zu entscheiden. Auf denselben Gründen beruht auch der allerdings noch nicht soweit gehende Rückgang der Arve in der Schweiz (s. Jahrb., IX., S. 168).

Eine weitere Pflanze, die dem Zahn der Zeit und dem Unverstand der Menschen zum Opfer fiel, ist die *Zwergbirke*. Zweifellos mit den Gletschern der Eiszeit in die bayrische Ebene gelangt, fand dieser Strauch hier auf den Mooren und Rieden überall einen Standort, wo er trotz des Klimawechsels, der nach der Glazialperiode eintrat, nicht zu Grunde ging. Gegenwärtig ist er jedoch äußerst selten geworden und kommt nur noch in einigen wenigen Mooren der Hochebene vor, z. B. in einigen Mooren der Schöngauer Gegend. An einer Anzahl Fundstellen, an denen er um 1850 noch vereinzelt vorkam, ist seitdem von ihm nichts mehr bekannt geworden, und außer bei Schöngau sind nur noch Spuren dieser interessanten Pflanze im sogenannten Gallerfilz bei Bernried zu finden.

Wenn nun auch die genannten Baumarten allem Anschein nach völlig auf den Aussterbeetat gesetzt sind und wenig Hoffnung besteht, sie in größeren Beständen wieder erstehen zu sehen, so ist doch mit dem Zurückdrängen der Linde und der Eiche, das Dr. *Reindl* erwähnt, zum Glück eine solche Befürchtung nicht verbunden. Sehr zu bedauern bleibt dagegen, daß herrliche Einzelbäume, wie sie gerade bei diesen beiden Baumgattungen vorkommen, nicht sorglicher geschont werden, und daß sogar der Staat in diesem Punkte das böse Beispiel gibt. Da ist z. B. die uralte *Eiche im Pferdebachtal*, eine Zierde dieses herrlichen Waldtales, nebst vielen anderen Bäumen ein Opfer des Bahnbaues Heiligenstadt—Schwebda geworden. Der in der Bahnlinie stehende Baumriese ist, was bei allen ehemaligen Besuchern des romantischen Tales Bedauern erregen wird, kürzlich gesprengt worden. Da vorhin der Eibe gedacht ist, so sei hier des vermutlich *stärksten Eibenbaumes in Mitteleuropa* Erwähnung getan. Es ist dies der auf dem Boden des alten Rittersitzes Haus Rath bei Uerdingen am Niederrhein stehende Eibenhochstamm, der in Brusthöhe einen Umfang von 3·95 Meter, in Manneshöhe aber einen solchen von 4·70 Meter hat. Die Krone des zu den wertvollsten Naturdenkmälern am Niederrhein gehörenden Baumes hat einen Umfang von mehr als zehn Metern. Über sein Alter ließen sich nur unsichere Vermutungen aussprechen.

In welcher Weise ein Naturschutzgebiet für wissenschaftliche Arbeit fruchtbar gemacht werden kann, hat in musterhafter Weise ein Kreis von Gelehrten mittels Durchforschung des *Plagefenns bei Chorin* gezeigt.*) Das 177 Hektar umfassende Terrain umfaßt außer dem Plagesee das ihn umgebende ertraglose Fenn und ein Stück Waldboden und bildet eine der reizendsten Landschaften der Mark. Die Holzbestände des Plagefenns sollen behufs Erhaltung des natürlichen Vegetationsbildes ferner im Plänterbetrieb, d. h. unter Herausnahme des unumgänglich Notwendigen und Ersatz durch Jungwuchs, bewirtschaftet werden. Jagd und Fischerei ruhen, soweit nicht wissenschaftliches Interesse vorliegt. Das vorliegende Werk behandelt die Besiedlungsgeschichte und die Bodenverhältnisse des Gebietes, geht ausführlich auf die Pflanzenwelt ein und schildert, allerdings unter Ausschluß der Vögel und Fische, die Tierwelt, namentlich die Kleintierwelt, und das Plankton des Sees.

Unter den Pflanzen ist die im See frei schwimmende Aldrovandia, die zu den insektenfangenden Sonnentaugewächsen gehörende wurzellose „Wasserfalle", die in manchen Jahren am Nordostende des Sees reichlich auftritt, besonders bemerkenswert. Die Uferflora wird durch das Dasein eines dichten Seerosengürtels und weit in den See vor-

*) Beiträge zur Naturdenkmalpflege Bd. III: Das Plagefenn bei Chorin. Ergebnisse der Durchforschung eines Naturschutzgebietes der Preuß. Forstverwaltung, von H. Conwentz, F. Dahl, R. Kolkwitz, H. Schroeder, J. Stoller und E. Ulbrich. Berlin 1912.

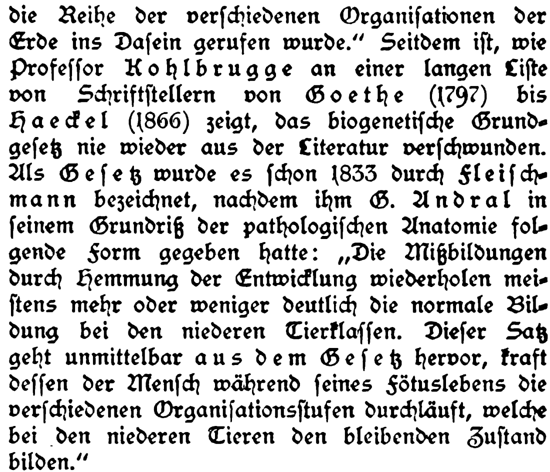
geschobener Bestände von Bitterklee, der hier die auffällige Länge von vier Metern erreicht, charakterisiert. Bei einer Umwanderung des Sees zeigen sich die verschiedenen Formen der Hoch- und Übergangsmoore an den Seerändern, unter ihnen große Flächen in der Form von Schwingrasen. Von den Charakterpflanzen der Moore fehlen der Sumpfporst (Ledum) und die Orchideen Sumpf-Weichkraut und Sumpfwurz (Malaxis paludosa und Epipactis palustris) auffallenderweise fast völlig. Durch besonderen Pflanzenreichtum, nicht so sehr der Arten als der Individuen, zeichnen sich die höher gelegenen Teile aus, vor allem der Heidereuterwerder, dessen niedere Tierwelt sich ebenfalls durch einige auffällige Arten auszeichnet; hier ist eine bisher noch nicht beschriebene Schlupfwespe und eine Wolfsspinne, der man bisher in den verschiedensten Gegenden Deutschlands vergeblich nachgespürt hatte, aufgefunden worden. Zu den Charaktertieren des Geländes gehören u. a. der Kranich, die Sumpfschildkröte und der Moorfrosch.

Nachdem nun in sorgfältigster Weise der gegenwärtige Bestand der Lebewelt und die Bodenbeschaffenheit dieses Naturschutzgebietes festgelegt sind, wird es interessant sein, die Veränderungen festzustellen, die ein derart völlig sich selbst überlassenes Gebiet im Verlauf der Jahrzehnte und Jahrhunderte erleidet.

Das biogenetische Grundgesetz.

Das „biogenetische Grundgesetz" wird heutzutage vielfach erörtert und angegriffen. In einer historischen Studie gibt Prof. Kohlbrugge einen Überblick und eine Kritik dieses Gesetzes.*) Er weist nach, daß der Ausdruck „biogenetisches Grundgesetz" allerdings von Haeckel stammt und daß dadurch viele zu der Auffassung kamen, dieses Gesetz sei auch zuerst von Haeckel aufgestellt worden, müsse aber wenigstens aus der Darwinistischen Schule hervorgegangen sein. Haeckel selbst hat zwar in seiner Anthropogenie und in seiner Schöpfungsgeschichte darauf hingewiesen, daß schon frühere Forscher beobachtet haben, daß gewisse embryonale Formen den bleibenden Formen niederer Tiere ähnlich seien. Die volle Ausgestaltung und Anwendung des Gesetzes aber stamme von ihm selbst.

Kohlbrugge weist nun nach, daß, abgesehen von früheren Andeutungen, der Sinn des Gesetzes zuerst im Jahre 1793 von Kielmeyer in einer zu Tübingen gehaltenen Rede ausgesprochen sei. Hier heißt es: „Da die Verteilung der Kräfte in der Reihe der Organisationen dieselbe Ordnung befolgt wie die Verteilung in den verschiedenen Entwicklungszuständen des nämlichen Individuums, so kann gefolgert werden, daß die Kraft, durch die bei letzteren die Hervorbringung geschieht, nämlich die Reproduktionskraft, in ihren Gesetzen mit der Kraft übereinstimmt, durch die



die Reihe der verschiedenen Organisationen der Erde ins Dasein gerufen wurde." Seitdem ist, wie Professor Kohlbrugge an einer langen Liste von Schriftstellern von Goethe (1797) bis Haeckel (1866) zeigt, das biogenetische Grundgesetz nie wieder aus der Literatur verschwunden. Als Gesetz wurde es schon 1833 durch Fleischmann bezeichnet, nachdem ihm G. Andral in seinem Grundriß der pathologischen Anatomie folgende Form gegeben hatte: „Die Mißbildungen durch Hemmung der Entwicklung wiederholen meistens mehr oder weniger deutlich die normale Bildung bei den niederen Tierklassen. Dieser Satz geht unmittelbar aus dem Gesetz hervor, kraft dessen der Mensch während seines Fötuslebens die verschiedenen Organisationsstufen durchläuft, welche bei den niederen Tieren den bleibenden Zustand bilden."

Wichtig ist, daß man diesem Gesetz lange vor Darwin bedeutsame Entdeckungen dankte, indem man von der Phylogenie (s. Anmerk.) auf die Ontogenie und umgekehrt schloß. Der eigentliche Wegbereiter des Gesetzes ist der Anatom Meckel; alle Tatsachen, auf die sich die Abstammungslehre stützt, sind bereits durch ihn ausführlich erörtert worden. In bezug auf das biogenetische Grundgesetz ging er allerdings zu weit, da er annahm, daß z. B. der menschliche Embryo anfangs tatsächlich eine Pflanze, dann ein Wurm usw. sei, daß er also nicht nur den niederen Tieren ähnliche Formen durchlaufe, sondern diese Formen selbst zeige, oder wörtlich: „daß die höheren Tiere in ihrer Entwicklung die Perioden durchlaufen, die in den niederen fixiert erscheinen." Diese Übertreibung stieß denn auch bald auf Widerspruch.

Niemand hat dem biogenetischen Grundgesetz wohl mehr Arbeiten gewidmet als Serres (von 1824 bis 1859 ununterbrochen). Sein letztes, 1859 erschienenes, fast 1000 Seiten umfassendes Werk „Principes d'embryogénie, de zoogénie et de tératogénie" ist ausschließlich diesem Gesetze gewidmet, das er in den Worten ausdrückt: „Die Embryogenie ist eine Wiederholung der Zoogenie oder Morphogenie." Niemand, auch Haeckel nicht, kann nach diesem anscheinend leider vergessenen Buche noch irgend welche Priorität geltend machen in bezug auf die Größe der Anwendung und Ausgestaltung des Gesetzes.

Ein sehr bedeutender Gegner erwuchs den Übertreibungen der Meckelschen Richtung in K. E. Baer. Er bewies in drei Arbeiten, daß die wesentlichen Eigenschaften einer Tiergruppe niemals bei den embryonalen Formen einer anderen höheren Gruppe vorkommen. Was den Fisch zum Fisch macht (Atmung durch Kiemen, zwischen Strahlen ausgespannte Flossen usw.), den Vogel zum Vogel (Flügel, Schnabel), kommt niemals im embryonalen Zustand einer anderen Tiergruppe vor. Alle Tiere und der Mensch entwickeln sich nach v. Baer so, daß der Embryo zuerst die Eigenschaften des Typus (im Sinne Cuviers) zeigt, dann die der Klasse, Ordnung, Familie, Gattung, bis endlich die individuellen Eigenschaften zum Vorschein kommen. So ist also der Embryo des Hühnchens erst Wirbeltier, dann Vogel, dann Landvogel, Hühner-

*) Zool. Anzeiger, Bd. 38 (1911), Nr. 20/21. Das **biogenetische Grundgesetz** besagt, daß die Ontogenie, die Entwicklung des Einzelwesens, eine Rekapitulation oder abgekürzte Wiederholung der Phylogenie, der Stammesentwicklung, ist.

vogel, Hühnchen, Henne von bestimmter Art und Farbe. Es ist also die Entwicklungsgeschichte des Individuums die Geschichte der wachsenden Individualität in jeglicher Beziehung.

Unlängst hat *Rosenthal* gezeigt, daß man überhaupt nicht von einem *Gesetz* sprechen dürfe, denn es liege nur eine, allerdings sehr wahrscheinliche, für die stammesgeschichtliche Forschung brauchbare *Hypothese* vor. „Die auf ihr aufgebauten Stammbäume können auf wissenschaftliche Beweiskraft keinen Anspruch machen." *Du Bois Reymond* hatte sie ja schon längst mit den Stammbäumen trojanischer Helden verglichen. Einer der kompetentesten Beurteiler, R. *Hertwig*, faßt in seinem Werke „Die Zelle und die Gewebe" sein Urteil über das biogenetische Grundgesetz dahin zusammen, daß wir den Ausdruck „Wiederholung von Formen ausgestorbener Vorfahren" fallen lassen und dafür sagen müssen: Wiederholung von Formen, welche für die organische Entwicklung ge-

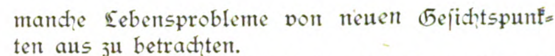


Im Wasser schwebende Amoeba proteus als Beispiel eines nichtzelligen Organismus.

setzmäßig sind und vom Einfachen zum Komplizierten fortschreiten.

Für die Aufstellung eines biogenetischen Grundgesetzes ist, wie aus dem Vorhergehenden auch hervorgeht, die Idee, daß es eine Stufenfolge der Tiere und der Pflanzen gebe, daß man insbesondere im Tierreich niedere und höhere Organismen in ständigem Aufstieg von der Amöbe bis zum Menschen herauf anerkennen müsse, durchaus grundlegend. Gegen diese Idee wenden sich neuerdings einige Forscher, unter ihnen Dr. F. *Franz*, der mit seinen Anschauungen zugleich die nahezu identischen des englischen Biologen C. *Clifford Dobell* wiedergibt.*)

Die *Bedeutung der Protisten* wird mißverstanden, so lange sie als „primitive einzellige Organismen" aufgefaßt werden, während diese Wahrheit darin beruht, daß die Protisten eine Gruppe von Lebewesen sind, die nach ganz *anderem Prinzip* als andere Organismen gebaut sind. Es besteht daher die Hoffnung, daß ihr Studium noch wichtige Tatsachen zu Tage fördern wird, denn die Protisten gestatten uns,



manche Lebensprobleme von neuen Gesichtspunkten aus zu betrachten.

Einer der Fundamentalpunkte *Dobells* ist die Anschauung, daß ein ganzer Protist ein vollständiges Individuum ist, in genau demselben Sinne wie ein ganzes Metazoon (mehr- oder vielzelliges Tier). Die Idee dagegen, daß ein Protist *einer* Zelle im Metazoenkörper entspreche, ist ein Ausfluß der allgemeinen Anerkennung der Zellentheorie, aber nichtsdestoweniger falsch. Man versteht unter „Zelle" drei verschiedene Dinge, die nicht unter diesem Namen vereinigt werden müßten, nämlich:

1. einen *ganzen* Organismus (den eines Protistenindividuums),

2. *einen Teil* eines Organismus (z. B. eine Leberzelle),

3. einen *potentiellen* ganzen Organismus (nämlich ein befruchtetes Ei).

Die „Einzelligen" sollte man nach *Dobell* hinfort nicht mehr so, sondern *nichtzellige* Organismen nennen; sie einzellig zu nennen, ist offenbar inkorrekt, denn die Zellen der mehrzelligen Tiere und Pflanzen sind Teile von ganzen Organismen. Für den zweiten Typ der Zellen im Sinne der Zellentheorie kann der Ausdruck Zelle beibehalten bleiben; der dritte Typ aber, das befruchtete Ei, ist vom Moment der Befruchtung ab nicht mehr Teil eines Organismus, sondern selbst ein ganzer Organismus, den man am besten einfach Ei oder Ovum nennen kann.

In einem besonderen Abschnitt zeigt *Dobell* — und Dr. *Franz* stimmt ihm darin ganz bei — wie hochgradig subjektiv die Vorstellungen darüber sind, daß die einen Tiere höher und die anderen niedriger entwickelt seien, daß diese Vorstellungen fast lediglich Glaubenssache und dogmatisch sind. Indem man die Protozoen als niedere Organismen bezeichnete, ist man zu der Vermutung gekommen, daß sie wirklich einfachere Formen wären, näher den ersten Lebensformen, die jemals auf Erden gelebt haben. Daher meinte man oft, daß das Studium der Protisten die Erscheinungen des Lebens in einer mehr elementaren Form offenbaren müßte, daß diese Phänomene bei ihnen leichter zu studieren wären. Diese Meinung ist trügerisch, obwohl sie die Grundlage eines großen Teiles aller Protozoenstudien ist. Vollberechtigt ist der Wunsch, daß die Attribute „höher" und „nieder" möglichst bald aus dem biologischen Sprachgebrauch schwinden möchten.

In einem außerordentlich wichtigen Kapitel „*Die Protisten und die Evolutionstheorie*" wird zunächst die Frage erörtert, ob die Protisten wirklich *primitive* Organismen sind. Sie sind in Wahrheit außerordentlich komplizierte Wesen, namentlich wenn wir alle Strukturänderungen in Betracht ziehen, die sie während ihres Lebenszyklus durchmachen. Bezeichnenderweise werden diejenigen Protisten, über die wir das Wenigste wissen, und über die die Meinungen am geteiltesten sind, die Bakterien, allgemein als die einfachsten von allen betrachtet. Tatsächlich sind sie nicht einfach, sondern nur sehr klein. Die Amöbe wird oft als Beispiel äußerster Einfachheit der

*) Naturwiss. Wochenschr. Bd. XI., Nr. 18. Archiv für Protistenkunde Bd. XXIII. (1911).

Organisation angeführt; aber die Lebenszyklen der Amöben sind sehr komplex, es gibt zahlreiche Arten, und gar in physiologischer Hinsicht sind sie nicht im mindesten einfacher als andere Protisten. Ist es einfacher, ein Scheinfüßchen oder eine Geißel ohne Hilfe von Muskeln und Nerven zu bewegen als ein Glied mit Hilfe dieser?

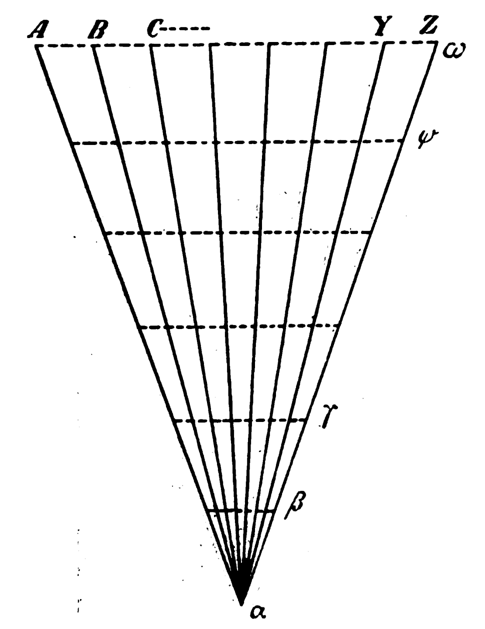
Man nimmt allgemein an, daß die organische Entwicklung im großen und ganzen von morphologisch einfachen Formen zu komplizierteren fortgeschritten sei. Diese Idee ist dann hineingetragen worden in die heute lebenden Formen. Was zunächst nur für die Zeit galt, läßt man im Raume gelten. Daher die Lehre einer Entwicklung „von der Amöbe bis zum Menschen", die nach Dobell und Franz von Grund aus irrig ist. Es seien (s. Figur) ABC...Z die heute lebenden Tiere, aufgereiht nach Abstufungen der Kompliziertheit, so daß A das einfachste, Z das komplizierteste wäre, und $\alpha, \beta, \gamma \ldots \omega$ die in der Zeit aufeinander gefolgten Tiere vom einfachsten (α), also dem wirklichen Urtier, bis zum kompliziertesten (ω), welches heute lebt. Dann ist klar, daß Z und ω zusammenfallen, aber keineswegs fällt A, B, C...Y zusammen mit $\alpha, \beta, \gamma \ldots \psi$. Warum soll man auch annehmen, daß die Protozoen, wie sie heute existieren, den Ahnenstufen anderer Tiere oder des Menschen gleichen oder auch nur ähneln? Die einzigen Protozoen, von denen wir bestimmt wissen, daß sie in der frühesten Erdperiode, von der wir Kunde haben, schon lebten, sind Radiolarien, Tiere von nicht ganz unähnlicher Organisation wie die heutigen Radiolarien, und wir haben nicht mehr Grund anzunehmen, daß diese die Vorfahren anderer Tiere wären, als für die Annahme, daß irgend welche anderen Tiere, die in ebenso früher Epoche schon da waren, die Wurzel des Stammbaumes bildeten. Die Lehre von der Entwicklung „von der Amöbe aus" ist gerade so unakkurat, wie die von der Affenabstammung des Menschen. Richtig ist nur, daß die verschiedenen Tiere einschließlich des Menschen gemeinsame Vorfahren gehabt haben. Das heißt nicht, die Entwicklungstheorie leugnen. Vielmehr leugnet, wer an der alten Anschauung festhält, die Entwicklung für die Protisten und speziell für die Amöben.

Abstammungsfragen in der Wirbeltierwelt.

Die Abstammung der Vögel wird wie die der Säugetiere in immer entschiedenerer Weise auf die Reptilien zurückgeführt, natürlich auf weit entlegene, längst ausgestorbene Formen. Die Vögel insbesondere werden meist aus der großen Gruppe der Dinosaurier hergeleitet, obwohl einige Forscher in den beiden Gruppen auch Parallelzweige desselben Grundstockes sehen. Auch die Frage, ob die Vögel von baumbewohnenden oder auf dem Erdboden lebenden Tieren abstammen, ist noch streitig. Diese beiden Streitfragen untersucht O. Abel in einer Abhandlung über die Vorfahren der Vögel und ihre Lebensweise eingehend.*)

*) Verhandl. der k. k. zoologisch-botanischen Gesellsch. Wien, Bd. 61, S. 144 ff. Referat in Naturw. Rundsch. 27. Jahrg., Nr. 29, von Dr. Arldt.

Die aktiven Flugwirbeltiere, zu denen die Fledermäuse und Vögel gehören, müssen sich aus den passiven Fliegern entwickelt haben. Der passive Fallschirmflug begegnet uns sehr vielfach bei baumbewohnenden Tieren. Bei den aktiven Fliegern lassen sich Flatter-, Schwebe- und Gleitflug unterscheiden. Als Typus eines Gleitfliegers, dessen sehr lange Flügel die Fähigkeit zu aktivem Flügelschlage fast ganz eingebüßt haben, ist der Albatros oder der Fregattvogel zu nennen; auch unter den ausgestorbenen Reptilien gab es Gleitflieger (die älteren, langschwänzigen Rhamphorhynchiden). Schwebeflug ist eine Begabung der langflügeligen Vögel, z. B. des Lämmergeiers u. a. Der Flatter-



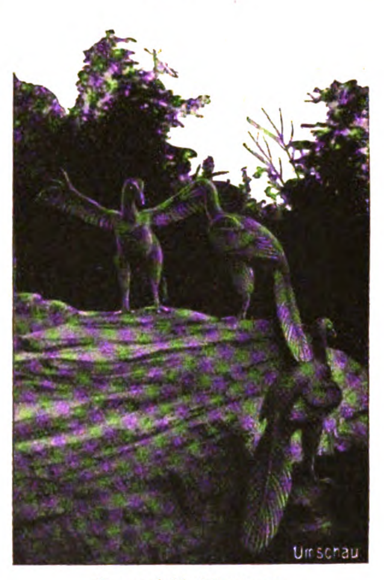
Abstammung und Verwandtschaft der Lebewesen.

flug findet sich bei den Fledermäusen, bei kurzflügeligen Vögeln, wie dem Eisvogel, und bei den fossilen Pterodaktylen (s. Abbild. Jahrb. II, S. 195). Auch der Archäopteryx oder Solnhofener Urvogel gehört hieher, bei ihm wurde der Flug durch Fallschirmwirkung des langen, zweizeilig befiederten Schwanzes befördert (s. Abb. Jahrb. I, S. 139). Dafür, daß der Urvogel noch ein schlechter Flieger war, sprechen zunächst Form und Größe der Flügel, die an Fasanflügel erinnern, ferner der lose Zusammenhang der Schwungfedern mit den Fingern und die geringe Zahl der Handschwingen, dann das Fehlen der Anpassungen in den Fingern zur Befestigung der Handschwingen und endlich die schon erwähnte zweizeilige Befiederung des Schwanzes sowie der Unterschenkel, die als Fallschirmapparate dienten, ebenso wie die langen Schwanzfedern der Fasanenhähne.

Bei den lebenden Vögeln, denen sich Abel nun zuwendet, ist die erste Zehe bis auf wenige Ausnahmen ein ausgesprochenes Greiforgan. Ihre Fähigkeit, den anderen Zehen sich gegenüber zu stellen, ist eine Anpassung an die Lebensweise auf Bäumen. Bei Vögeln, die wie die Strauße und viele Strandvögel zu Läufern oder Springern ge-

worden sind, ist diese Zehe ganz verloren gegangen oder hochgradig rudimentär (verkümmert); sie war also bei der Anpassung an das Schnellaufen ganz überflüssig. Bei älteren fleischfressenden Dinosauriern zeigt sich eine ähnliche Stellung der ersten Zehe wie bei den gegenwärtigen Vögeln und beim Archäopteryx. Bei den jüngeren laufenden und springenden Dinosauriern ist dagegen die Zehe meist verschwunden. Wie bei den Laufvögeln wurde sie auch bei ihnen als Stützorgan überflüssig. Daß sie bei den älteren Dinosauriern gegenüberstellbar war, muß also ein Erbteil aus früherer Zeit sein.

Die Entwicklung der Hand ist bei den Vögeln und Dinosauriern ebenfalls in gleicher Weise erfolgt. Bei beiden ist der vierte und fünfte Finger rückgebildet worden und schließlich ganz verloren gegangen, und von den übriggebliebenen ist der zweite ausnahmslos der längste, der Daumen der stärkste



Urvogel Archäopteryx.

und bei den Dinosauriern mit der stärksten Kralle bewehrt. Ähnliche Krallen finden wir noch bei den in Südamerika lebenden Schopfhühnern in ihrer Jugend, Tieren, die uns wahrscheinlich die beste Vorstellung vom Leben des Archäopteryx geben. Sie sind sehr unbeholfene Flatterer, beinahe noch Fallschirmtiere, vermögen aber im Jugendzustand mit Hilfe ihrer Fingerkrallen noch geschickt zu klettern, wie wir dies auch vom Urvogel annehmen können.

Im Bau des Beckens zeigen jedoch unter den Dinosauriern die fleischfressenden Theropoden keine Vogelähnlichkeit, während die den Vögeln sicherlich ferner stehenden Orthopoden ein Becken aufweisen, das in physiologischer, nicht aber in morphologischer Hinsicht vogelartig gebaut ist. Der Grund dafür liegt in dem verschiedenen Gebrauch des Schwanzes, der bei den Theropoden als Stützorgan diente, während die Orthopoden ihn hoch erhoben als Balanzierorgan gebrauchten. Der abweichende Bau des Theropodenbeckens beweist also nichts gegen eine gemeinsame Abstammung der Theropoden und der Vögel, zumal da wir bei ersteren auch den merkwürdigen Handbau mit stark verlängertem Daumen und reduziertem fünften und vierten Finger finden, ebenso die Opponierbarkeit der nach hinten gerückten ersten Zehe. Beide Eigenschaften lassen nur den Schluß zu, daß die Vorfahren der Theropoden baumbewohnende Reptilien waren, denn beide sind Anpassungen an das Klettern im Gezweige. Es ist wohl möglich, daß die Theropoden überhaupt keinen in sich geschlossenen Stamm vorstellen, sondern sich zu verschiedenen Zeiten von einem baumbewohnenden Stamme der Dinosaurier abgezweigt haben.

Das von diesen Baumbewohnern allmählich erworbene aktive Flugvermögen dürfte zumeist wohl aus dem Fallschirmfluge von den Bäumen herab erworben sein. Wenn auch für Flugsaurier und Vögel die Abstammung von Baumbewohnern vereinzelt bestritten wird, so sprechen doch viele Tatsachen gegen eine Abstammung von laufenden Bodentieren. Wohl aber mag die Ahnengruppe vor Annahme der Lebensweise auf Bäumen während der erdbewohnenden Vorstufe eine grabende oder scharrende Lebensweise geführt haben, wenn sich diese Annahme auch nicht sicher beweisen läßt.

Während die Abstammung der einzelnen Wirbeltierklassen nur erst in den allgemeinsten Umrissen angedeutet werden kann, läßt sich die Stammesgeschichte einzelner Gruppen innerhalb einer Klasse häufig schon mit erfreulicher Sicherheit darlegen. So hat kürzlich über die Stammesgeschichte der Rüsseltiere (Proboscidier) Dr. Günter Schlesinger interessante Studien veröffentlicht.*)

Die Auffindung der frühesten Ahnenformen der Rüsseltiere, des Moeritherium und Päläomastodon im Fayum von Ägypten (s. Jahrb. VIII, S. 120), macht es, wenn wir die Frage nach dem Stammlande der Proboscidiergruppe lösen wollen, notwendig, mit einer enormen Wandertätigkeit als Vorbedingung für ihre weltweite Verbreitung zu rechnen. Fragen wir nach den Gründen für solche Veränderungen, so sind drei Hauptmomente zu berücksichtigen:

1. die Milieuverhältnisse des ursprünglichen Verbreitungsgebietes bleiben dieselben;
2. sie ändern sich plötzlich durchgreifend;
3. sie ändern sich allmählich.

Im ersten Falle kommt es, wenn die äußeren Verhältnisse günstig sind, zur Übervölkerung, Herden wandern ab und suchen ihnen entsprechende Lebensbedingungen wiederzufinden. Gelingt dies, so steht die Entwicklung still; sind die neuen Bedingungen nicht durchgreifend verschieden, so schreitet die Entwicklung durch Anpassung vorwärts. Solange nicht eines dieser Ziele erreicht ist, wird die Wanderung fortgesetzt.

Bei einem plötzlich durchgreifenden Umschwung in den äußeren Verhältnissen (Klima oder Nahrungsmittel) erfolgt entweder eine der oben geschilderten Wanderungen oder die Gruppe erlischt, weil der allzu krasse Wechsel ein Anpassen unmöglich macht.

*) Jahrb. der k. k. Geolog. Reichsanstalt, Wien. 62. Bd. (1912), Heft 1.



Geht dagegen die Umprägung des Milieus allmählich und durch Zwischenstufen vermittelt vor sich, so erfolgt die Anpassung im ursprünglichen Wohngebiete. Nur anpassungsunfähige Typen wandern in solchen Fällen aus oder sie erlöschen.

Die Geschichte einzelner Säugetierstämme, z. B. der Tapire und der Pferde, liefert Beispiele für die soeben auseinandergesetzten Vorgänge. Meistens dürfte ein Zusammenwirken mehrerer oder aller genannten Faktoren stattgefunden haben.

Die Funde fossiler Reste von Proboscidiern nötigen, ganz ähnliche Verhältnisse auch für diese Gruppe anzunehmen. Vom Eozän bis in das untere Miozän, die Zeit vor dem ersten großen Rückzug des Mittelmeeres, scheinen vornehmlich Übervölkerungen in Verbindung mit unbedeutenden Veränderungen des Aufenthaltsortes die Umformung jener kleinen Rüsseltierahnen bewirkt zu haben, die in Tetrabelodon pygmaeum aus Algier den Höhepunkt der Spezialisation erreicht haben. Erst mit diesem Geschlecht beginnt im Miozän, der Zeit eines ziemlich beständigen, feuchten, tropischen bis subtropischen Klimas auf der nördlichen Halbkugel, die Entfaltung der zahlreichen, über ganz Eurasien und Nordamerika verbreiteten Mastodonten. Und weiter scheint es kein Zufall zu sein, daß in das Unterpliozän, den Beginn einer Trockenheitsperiode, die nach dem größten Zurückweichen des Mittelmeeres eintritt, zwei wichtige Ereignisse in der Geschichte der Rüsseltiere fallen:

die Einwanderung der Mastodonten nach Südamerika und

die Entwicklung jochzähniger Elefanten in Indien.

Die Untersuchung Dr. Schlesingers knüpft an den Fund einiger bisher in Europa nicht bekannter Elefantenreste aus dem Marchfelde an. Sie erwiesen sich als zu Elephas planifrons Falc., einer aus den Sewalik-Hügeln Vorderindiens bekannten Elefantenart, gehörig. Das Vorkommen dieser Art in einer soweit von dem Hauptfundorte entfernten Gegend wirkt zunächst befremdend, ist aber sozusagen eine logische Notwendigkeit; denn sonst wäre das plötzliche Auftreten des Südelefanten (E. meridionalis) im Oberpliozän Europas unbegreiflich, da Europa bisher keinen einzigen Rest von jener Gruppe geliefert hat, welche direkt den Übergang von den Mastodonten zu den Elefanten bildet: der Gruppe Stegodon. Es muß also eine Einwanderung von Stegodonten oder Elefanten angenommen werden. Auf der Wanderstraße von Indien nach Europa, in Bessarabien (Südrußland), ist ebenfalls der Zahn eines Elephas planifrons gefunden worden, was die Bestimmung der Fundstücke aus dem Marchfelde als Reste dieser Art um so sicherer macht.

Die Sewalikart E. planifrons gehört in die Wende von Unter- und Mittelpliozän, und dies entspräche durchaus zeitlich den Verhältnissen bei Dobermannsdorf im Marchfelde. Der europäische Südelefant kann deshalb als ein direkter Nachkomme des sewalikschen E. planifrons angesehen werden. Die Wanderung letzterer Form ist spätestens im Mittelpliozän über Südrußland erfolgt, wo nach den Funden von Konialnik und Stauropol die Umwandlung eines Teiles der wandernden Herden stattfand. Die Hauptentwicklung des Südelefanten vollzog sich, nach Resten des Arnotales zu schließen, wahrscheinlich am Mittelmeer. Von ihm führt die Abstammungslinie über E. trogontherii zu E. primigenius, dem Mammut, das zur Eiszeit im nördlichen Eurasien ausstarb.

Ein autochthoner, d. h. auf indischem Boden entstandener Nachkomme des E. planifrons ist E. hysudricus, und dieser wiederum ist der unmittelbare Vorläufer des lebenden indischen Elefanten.

Von einem älteren Typus, E. priscus Goldf., stammen als parallele Entwicklungsprodukte der europäische ausgestorbene E. antiquus und der heutige afrikanische Elefant. Eine im Pleistozän in Indien angelangte Wanderform des E. antiquus ist der E. namadicus.



Mastodon, äußerlich schon dem jetzigen Elefantentyp ähnlich. Die älteren Arten besaßen Stoßzähne im Ober- und Unterkiefer, die jüngeren nur im Oberkiefer. (Aus Wilson, Tierwelt und Erdalter. Verlag Strecker & Schröder in Stuttgart.)

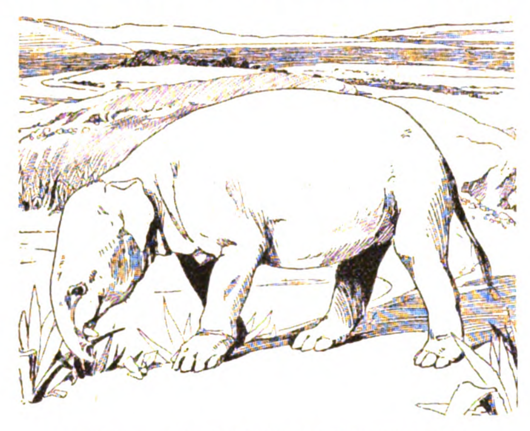
Von den zwei inselbewohnenden Zwergrassen der Mittelmeerländer geht die eine von wechselnder Größe mit ausgesprochenen Antiquusmerkmalen zweifellos auf den Urelefanten (E. antiquus) zurück und hat den Namen E. antiquus melitensis Falc. zu tragen. Die andere, stets kleine Rasse mit altertümlichen Charakteren ist weit primitiver und und scheint von Elephas priscus ausgegangen zu sein.

Die primitivste Stammform der Rüsseltiere fand sich in den mitteleozänen Schichten von Qasr-el-Sagha im ägyptischen Fayûm, die Gattung Moeritherium. Diese Form zeigt nur wenige Rüsseltiermerkmale, z. B. die Vergrößerung und Rücklagerung der Nasenlöcher, die Ausbildung von Luftzellen im Hinterschädel, die Verstärkung der zweiten Schneidezähne zu Hauern in beiden Kiefern, im unteren spatelartig, und der besondere Charakter der Backenzähne. Sie findet in einem obereozänen Nachkommen, gleichfalls aus dem Fayûm, ihre Bestätigung als Stammform. Denn diese Gattung, Palaeomastodon, trägt die genannten Merkmale von Moeritherium in weit stärker be-



tontem Maße. Letzteres führte offenbar ein Leben, das im Aufenthalt dem eines Tapirs, in der Nahrung dem des Flußpferdes glich. Sein unscheinbarer Rüssel diente dem Wühlen in Schlamm und Moor. Palaeomastodon blieb diesem Milieu wohl treu, nur trat ein Funktionswechsel ein: Die wühlende Tätigkeit, welche jedenfalls wie beim Schwein und Tapir dem Rüssel oblag, wurde bei ihm vom Unterkiefer übernommen. Dieser wächst in die Länge und entwickelt an der Spitze eine aus den zweiten Schneidezähnen gebildete flache Schaufel.

Der Übergang ähnlicher Formen zum Landleben und der damit verbundene Nahrungswechsel (Wurzeln, saftige Pflanzen) führte dann zur stärkeren Ausbildung des Rüssels; zugleich strecken sich unter Verkümmerung der unteren Schneidezähne die bei Tetrabelodon noch leicht abwärts gebogenen Oberkieferschneidezähne und übernehmen allmählich die Verrichtung der unteren, Aufwühlen des Bodens und Ausreißen von Wurzeln.



Moeritherium, der erste Vertreter der Elefanten (Eozän).

Schlesinger stellt eine ausführlich begründete Abstammungstafel der Rüsseltiere, die sich hier leider nicht wiedergeben läßt, an den Schluß seiner hochinteressanten Abhandlung. Folgende Hauptwanderungen der Rüsseltiere erfolgten im Verlaufe ihrer Stammesgeschichte.

Oligozän oder unteres Miozän.

1. Nordafrika (Fayûm) → Europa (Tetrabelodon pygmaeum).

Mittleres und oberes Miozän.

2. Europa → Asien (Indien) } T. angustidens.
3. Europa → Nordamerika }

Unteres Pliozän.

4. Europa → Nordamerika (T. borsoni, T. americanum).
5. Nordamerika → Südamerika (T. andium, T. humboldti).

Unteres bis mittleres Pliozän.

6. Indien → Europa → Afrika (Elephas planifrons).

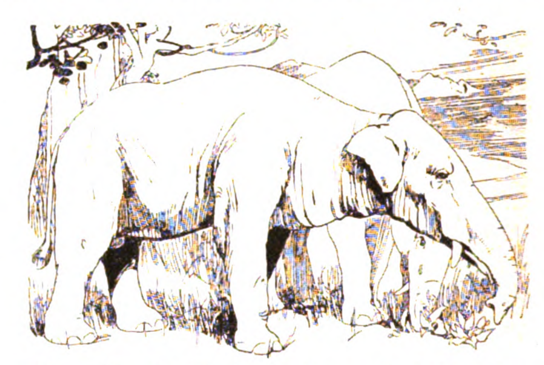
Oberstes Pliozän und Pleistozän.

7. Europa → Asien → Nordamerika (E. trogontherii, E. primigenius, E. columbi).
8. Europa → Indien (E. antiquus namadicus).

Die Umbildung der Backenzähne der Elefantenvorfahren zu den mächtigen Reibflächen der echten Elefanten hat, wie Schlesinger ausführlich darlegt, ihren Grund in dem Übergang von einer weichen, saftigen, zu einer harten, trockenen Pflanzennahrung.

Bei weitem nicht alle Säuger haben so gewaltige Umwandlungen durchgemacht. Über eine Anzahl Dauertypen aus der Säugetierklasse, die ja hier außerordentlich selten sind, berichtet Prof. W. Leche.*) Anscheinend reichen nur wenige der heutigen Säugetiergattungen über das Diluvium hinaus; Prof. Leche weist einige nach, die bis in den Anfang der Tertiärzeit, das Eozän, zurückreichen.

Besonders kommen Insektenfresser und Nager in Betracht. So stimmt Pseudorhinolophus, eine Fledermaus aus den Phosphoriten von Quercy, ihrem Schädelbau nach mit der modernen Blattnase (Phyllorhina) genau überein. Es hatte also diese Säugetiergattung schon im Obereozän ihre heutige Organisationshöhe im wesentlichen erreicht.



Palaeomastodon, Nachfolger des Moeritheriums. Der Rüssel ist schon weiter ausgebildet.

Eine andere Gattung aus derselben Fundschicht, Vespertiliavus, steht der tropischen Fledermausgattung Taphozous so nahe, daß sie als mit ihr identisch angesehen werden kann. Der Unterkiefer hat sogar im Unterrand schon die gleiche eigenartige Umbildung erfahren. Nur hatte Vespertiliavus noch einen kleinen rudimentären, also zum Schwinden verurteilten Prämolar (p 3), der den lebenden Gattungen fehlt.

Andere Säugetiergattungen, die sich vom Eozän bis heute erhalten haben, sind Paratherium, gleichfalls aus der obigen Fundstelle, welches kaum von der lebenden südamerikanischen Beutelrattengattung Grymaeomys getrennt werden kann, ferner Erinaceus (Igel), der mit dem generisch kaum abtrennbaren Palaeoerinaceus (Urigel) ebenfalls bis ins Eozän Frankreichs reicht, ferner Myoxus (Siebenschläfer) mit zwei Arten (M. primaevus aus den Phosphoriten und M. parisiensis aus dem Gips von Montmartre) und schließlich Sciurus (Eichhörnchen) mit zwei Arten (Sc. spectabilis aus den Bohnerzen von Egerkingen und Sc. dubius aus den Phosphoriten).

An diese Feststellungen Leches knüpft Dr. Hilzheimer**) einige den Menschen angehende Betrachtungen. Bekanntlich, sagt er, ist es an-

*) Zool. Anzeiger, Bd. 38 (1911), Nr. 24.

**) Archiv für Rassen- und Gesellschaftsbiol. 9. Jahrg. 1912, S. 99.

gezweifelt worden, daß die tertiären Eolithen, zumal da sie jetzt noch im Eozän gefunden wurden, menschliche Artefakte seien (s. Jahrb. X, S. 244). Es ist dabei u. a. besonders auch darauf hingewiesen worden, daß keine Säugetiergattung ein so hohes Alter aufweise. Wenn aber nun nachgewiesen ist, daß selbst so hoch spezialisierte Gattungen, wie Fledermäuse, im Eozän auftreten, so scheint die Annahme, daß damals auch der Mensch in irgend einer Form schon existiert habe, keine so großen Schwierigkeiten mehr zu bereiten, zumal er doch mit seinem relativ primitiven Körperbau sicher einen Dauertypus darstellt. Nur müssen wir dann annehmen, daß er sich während des ganzen Tertiärs gleichgeblieben ist, da ja die Eolithen keinen Kulturfortschritt zeigen, und daß die Weiterentwicklung erst im Diluvium vielleicht als Folge der Kälte begann.

Aus der Pflanzenwelt.

(Botanik.)

Blüte und Frucht * Wachstum und Ernährung * Atavismen.

Blüte und Frucht.

Dafür, daß der Botaniker auch in der Heimat und sogar an biologisch mehrfach beschriebenen Pflanzen noch neue, hübsche Beobachtungen machen kann, gibt W. **Brenner** in einer Arbeit über die **Blütenbiologie von Phyteuma spicatum***) den Beweis. Die Pflanze, die nach den zahlreichen krallenförmig gekrümmten Einzelblüten ihres Blütenstandes den Namen „Teufelskralle" führt, ist die häufigste unter ihren Gattungsverwandten in Deutschland und ersetzt den Mangel an Auffälligkeit ihrer Einzelblüten durch Zusammenrücken dieser zu einem dichten Blütenstand. Hiedurch wird die Wahrscheinlichkeit der Bestäubung durch Insekten oder durch gegenseitige Bestäubung der Blüten eines Stockes (Geitonogamie) erhöht. Sicherlich nicht durch Zufall zeichnen sich gerade solche Pflanzen durch große Individuenzahl aus; auch die meisten Phyteuma-Arten erscheinen da, wo sie sich einmal angesiedelt haben, in viel größerer Menge als die großblütigen Glockenblumen, ihre nächsten Verwandten.

Unsere ährenblütige Teufelskralle ist eine Waldpflanze, deren Tracht, hoher Stengel und helle Blütenfarbe, dem gedämpften Lichte ihres Standortes entspricht. Reichliche Pollen- und Honigerzeugung sowie ein angenehmer, schwach vanilleartiger Duft verstärken die Wirksamkeit ihrer Lockapparate. Kleinere Hummeln und Honigbienen stellen sich zu eifrigem Besuch ein und turnen in geschickter Weise an dem scheinbar wirren Durcheinander ihrer Blütenstände umher.

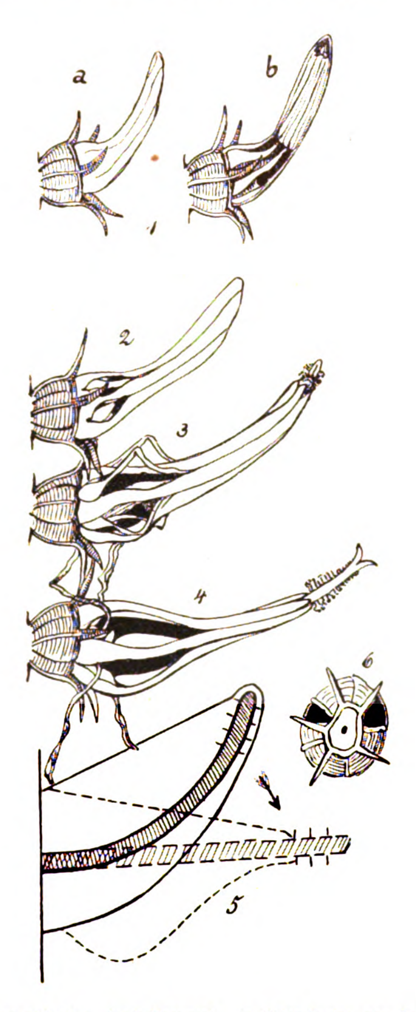
Diese blühen von unten nach oben auf, und zwar so, daß täglich zwei Reihen von Blüten ins Reifestadium treten. Jede Blüte braucht zur vollen Entwicklung etwa sechs Tage. Die fünf Zipfel der Kronenähre sind bei der Knospe bis zum Grunde miteinander verwachsen und ihre späteren Trennungsstellen nur an feinen, wenig gedrehten Linien erkennbar. Die **hornartige Gestalt der Blüte** wird ohne Zweifel von dem rascheren Wachstum ihrer Unterseite veranlaßt und hat für den Vorgang der Bestäubung, wie aus dem folgenden hervorgeht, eine wesentliche Bedeutung (s. Abb. 1 a und b).

Am ersten Tage der Entfaltung (s. Abb. 2) biegt sich die Kronenröhre etwas auswärts, und es entstehen dadurch an ihrer bauchig aufgetriebenen unteren Partie fünf kleine Spalten, welche die spätere Teilung der ganzen Krone in fünf bandartige Zipfel vorbereiten. Am folgenden Tage schreitet infolge einer allmählichen Geradstreckung des Griffels die Senkung der Röhre fort, was zu einer zunehmenden Spannung des oberen Bandes führt (Fig. 3), während die unteren Bänder locker bleiben oder gar eingekeilt werden (s. Schema Fig. 5).

Die Bestäuber fliegen nun meistens von unten her an die bis 10 Zentimeter langen Ähren an und halten sich an den vorstehenden Blütenhörnern fest, wodurch diese heruntergezogen werden und den Pollen auf der Spitze des noch geschlossenen Griffels an ihrem bisher fest verschlossenen oberen Ende austreten lassen (s. Fig. 3). Dabei wirkt das gespannte obere Band in der Weise, daß die Kronröhre, unfähig, sich zu verlängern, über den starren Griffel heruntergezogen wird (s. Schema). Der schon am ersten Tage aus den langen Staubkolben zwischen die Griffelhaare entleerte Pollen wird herausgebürstet und teilweise von den Bienen und Hummeln eingeheimst, während der Rest beim Aufwärtsklettern der Tierchen an ihnen haften bleibt. Wird die Röhre losgelassen, so geht sie wieder etwas in die Höhe, jedoch kann der Griffel nicht mehr ganz in sie zurücktreten, da die eng schließenden Endzähne der Krone von den abstehenden Griffelhaaren festgehalten werden. Dieses wiederholte Abwärtsbiegen und Aufrichten der Krone hat zur Folge, daß die entleerten Staubbeutel jedesmal längs des Griffels mit heruntergezogen werden und dabei zwischen den sich vergrößernden Spalten des Blütengrundes heraustreten. Hier werden sie schließlich ganz herausgestoßen und liegen bald als feine Fäden ganz zurückgebogen zwischen den spitzen Kelchzipfeln (s. Fig. 4).

*) Naturw. Wochenschr. XI, Nr. 45.

Nach etwa drei Tagen ist aller Blütenstaub herausgebürstet und die zwei, selten drei Narbenlappen öffnen sich: das weibliche Stadium der Blüte beginnt. Die bandförmige Zerschlitzung der Kronröhre schreitet nach der Spitze zu fort und führt nach etwa fünf Tagen zur Trennung der Zipfel, die nun auch zurückgeschlagen bei den entleerten Staubblättern über dem Kelche liegen.



Phyteuma spicatum (nach Brenner). 1a Blütenknospe von der Seite, 1b ebenso, Krone der Länge nach durchschnitten, 2 Beginn des Aufblühens, 3. nach dem ersten Insektenbesuch, männl. Stadium, 4 Beginn des weibl. Stadiums, 5 Funktion der hornartigen Krümmung der Blüte, 6 rechte Kapsel von außen.

Inzwischen sind die oberen Teile der Ähre in das männliche Stadium eingetreten (Fig. 3). Die von der Spitze anderer, gleichalteriger Ähren kommenden Bestäuber streifen beim Anfliegen an den unteren Ährenteil und beim Hinaufklettern über die herausstehenden Griffel den mitgebrachten Staub auf den Narben ab und nehmen neuen von den oberen Blüten mit. Die Blüten werden fast ausnahmslos bestäubt. Hindert ungünstige Witterung die Insekten dauernd am Besuch, so kann die Befruchtung auch dadurch zu stande kommen, daß der Griffel wachsend die Röhrenspitze aktiv durchstößt, den Staub herausbürstet und auf die tieferstehenden Narben älterer Blüten fallen läßt. Auch ist Selbstbestäubung möglich.

So liegt hier also eine ganz ähnliche Vervollkommnung des auf dem Wachstum des behaarten Griffels beruhenden Pollenbürstenapparats vor wie bei den Korbblütlern, z. B. der Kornblume. Während aber bei diesen die zur Vermeidung unnützer Pollenverschwendung fest verschlossene Kolbenröhre bei Berührung der reizbaren Staubfäden heruntergezogen wird, löst bei Phyteuma das Gewicht der besuchenden Insekten den in der hornförmigen Gestalt der Blüte begründeten Mechanismus aus, der im geeigneten Moment den nach außen strebenden Griffel durch die Kronöffnung stößt. Erst wenn die Vermittlung der Insekten fehlt, öffnet in beiden Fällen der Griffel selbständig den Durchgang. In den älteren Blüten, deren Kronzipfel schon weiter auseinandergetreten sind, nehmen die Besucher auch den Honig auf, der am Grunde der Röhre wie bei anderen Glockenblumengewächsen durch verbreiterte und behaarte Basisteile der Staubblätter geschützt ist.

Hinsichtlich der Samenverbreitung der Teufelskralle zeigt W. Brenner, daß ein direktes Herausfallen der kleinen Samen unmöglich ist, da sich die horizontal stehenden Kapseln nur durch zwei in ihrer oberen Hälfte liegende Löcher öffnen, die bei feuchtem Wetter durch das sonst eingeschlagene Läppchen wieder geschlossen werden (s. Fig. 6). Die Samen werden bei Erschütterung des dürren Fruchtstandes durch Wind, Vögel u. dgl. in weitem Umkreis verbreitet.

An diese Beschreibung der Samenverbreitung bei Phyteuma können wir eine Betrachtung knüpfen, die Prof. V. Kindermann über die **Frucht- und Samenbiologie der Gattung Campanula** (Glockenblume) angestellt hat.*) Während der durch den Bau der Sklerenchymmasse der Kapselwand bedingte Öffnungsmechanismus wohl bei allen Arten der Gattung derselbe ist, lassen sich hinsichtlich der Stellung der Frucht und der daran befindlichen Poren verschiedene Typen unterscheiden. Prof. Kindermann hat bisher vier festgestellt:

1. Kapsel nickend, Poren am Stielende derselben (Campanula rotundifolia-Typus);

2. Kapsel aufrecht, Poren an ihrem oberen Ende unter den Kelchzipfeln (Campanula persicifolia-Typus);

3. Kapsel aufrecht, Poren am Stielende derselben, aber die einzeln oder in Büscheln stehenden Früchte sind unten von Hüllblättern umgeben (Campanula glomerata-Typus);

4. Kapsel aufrecht, Poren am Stielende der Frucht (Campanula pyramidalis-Typus).

Der erste und zweite Typus stellt typische Schüttelfrüchtler dar. Infolge der stets vom Erdboden abgewandten Poren können die Samen nicht sofort herausfallen, sondern müssen durch den Wind herausgeschüttelt werden. Wegen des sehr fest und elastisch gebauten Stengels ist dies nur durch ziemlich starke Windstöße möglich, wodurch den kleinen, meist abgeplatteten Samen eine Verbreitung in weiterem Abstande von der Mutter-

*) Naturwiss. Wochenschr. X, Nr. 47.

pflanze gewährleistet wird. Das Ausstreuen der Samen verteilt sich daher auch bei den meisten Arten auf eine ziemlich lange Zeit, viele von ihnen sind Winterſteher, d. h. sie verbreiten ihre Samen während des Winters oder erst im nächsten Frühjahr. Bei zwei Arten (C. rapunculoides und C. trachelium) fand Prof. Kindermann die Kapseln noch am 25. März mit zahlreichen Samen gefüllt.

Der dritte Typus scheint bei oberflächlicher Betrachtung den allgemeinen Gesetzen der Windfrüchtler insofern zu widersprechen, als nach Öffnen der Frucht ein sofortiges Ausfallen der Samen möglich ist. Jedoch können sie hier ebensowenig wie bei den beiden ersten Typen sofort zu Boden fallen, da sich die Hüllblätter zur Zeit der Fruchtreife dicht an den Fruchtstand anlegen und ihn nach unten vollständig abschließen. Die Samen gelangen also nach Öffnung der Kapsel zuerst in diese Umhüllung, aus der sie eben auch nur durch einen stärkeren Windstoß mit Hilfe des elastischen Stengels herausgeschleudert werden können. Hier bildet also der gesamte Fruchtstand eine sogenannte biologische Kapsel.

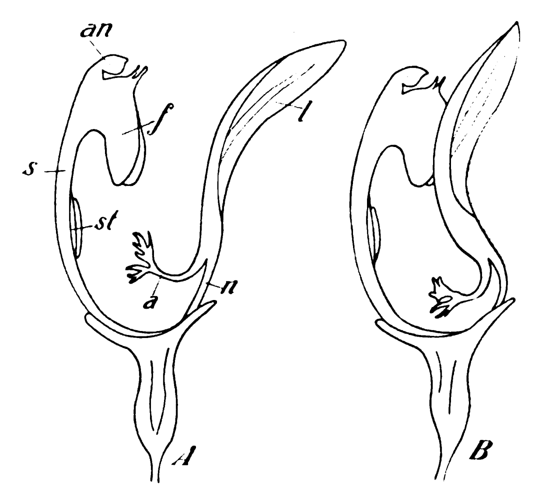
Beim vierten Typus sind nun die Poren stets nach abwärts gerichtet, so daß die Samen sofort nach Öffnung der Kapsel ungehindert herausfallen können. Verbreitungsbiologisch läßt sich dieser Typus vielleicht als eine Standortsanpassung erklären. Vergleicht man die Orte, an denen die hieher gehörigen Arten wachsen, so findet man, daß es immer Felsen, Abhänge, Felsspalten, Mauern und ähnliche Stellen sind. Für solche Pflanzen ist es vielleicht gerade vorteilhaft, wenn die Samen nach Öffnung der Frucht sofort auf den Boden gelangen. Von hier können sie durch den Regen in Spalten und Risse des Gesteins geschwemmt werden und gelangen so sicherer an einen für die Keimung günstigen Ort, als es vielleicht mit Hilfe des Windes der Fall gewesen wäre. Erscheinungen bei Pflanzen aus anderen Gattungen an denselben Standorten scheinen diese Erklärung des 4. Typus zu stützen.

Die Samen der Glockenblumenarten sind nach einem einheitlichen Typus gebaut und meist elliptisch oder spindelförmig und mehr oder minder flach gedrückt. Die weitaus meisten haben eine Länge von 0·5 bis 1 Millimeter. Weitere Einrichtungen für die Windverbreitung zeigen diese Samen nicht, wenn man nicht in ihrem geringen Gewicht ein Mittel zu erleichtertem Transport durch die Luft sehen will. Dieses Gewicht ist allerdings sehr gering und beträgt selbst bei den verhältnismäßig großen Samen von Campanula speciosa (2 Millimeter) nur 0·28 Milligramm.

Nach alledem muß man wohl annehmen, daß die verbreitungsbiologischen Einrichtungen der Campanula-Arten mehr in der Frucht als im Samen zu suchen sind, und daß eine Weiterverbreitung dieser Pflanzen sicherlich nur schrittweise erfolgt.

Daß auch die Pflanzen Sinnesorgane besitzen, gehört zu den wichtigsten und anregendsten Entdeckungen der vergangenen Jahrzehnte. Auf einige Fälle dieser Art ist in den vorhergehenden Jahrbüchern mehr oder minder ausführlich hingewiesen worden (z. B. II. Jahrg., S. 221, Organ für Schwerkraftreize, IV. Jahrg., S. 184, Organe der Lichtwahrnehmung, VIII. Jahrg., S. 140, Lichtsinnes-organe usw.).

Ein im Dienste der Bestäubung, also der Fortpflanzung stehendes Organ dieser Art, das Sinnesorgan des Labellums der Pterostylis-Blüte, ist von Prof. G. Haberlandt genauer untersucht worden.*) Die Vertreter der in Australien, Neuseeland und Neukaledonien einheimischen Orchideengattung Pterostylis sind zumeist durch den Besitz eines für mechanische Reize empfindlichen Labellums ausgezeichnet. Dieses ist sehr verschieden gestaltet und besteht bei den hier in Frage



Pterostylis-Blüten nach dem Typus der Pt. curta. Helm und Unterlippe sind weggelassen. A mit ungereiztem, B mit gereiztem Labellum (l), s Säule, an Anthere, f flügelförmige Anhängsel der Säule, st Stigma, l Lippenplatte, n Nagel (Bewegungsorgan), a Anhängsel des Labellums (Sinnesorgan). Nach Haberlandt.

kommenden Arten aus einer schmalen „Platte" und einem kürzeren „Nagel". Am Grunde der Platte, da, wo sie in das Bewegungsorgan des Labellums, den Nagel, übergeht, befindet sich auf der Oberseite ein bei den einzelnen Arten sehr verschieden geformtes Anhängsel (s. Abb.). Den Bau und die vermutliche Verrichtung dieses Anhängsels hat Prof. Haberlandt nach Untersuchungen an getrocknetem Pflanzenmaterial in der 2. Auflage seiner Arbeit über „Sinnesorgane im Pflanzenreich zur Perzeption mechanischer Reize" eingehend erörtert, wobei er sich hinsichtlich der Verrichtung allerdings auf bloße Vermutungen beschränken mußte. Diese experimentell zu prüfen, bot das Blühen einer Pterostylisart (Pt. curta R. Br.) im botanischen Garten zu Dahlem bei Berlin Gelegenheit, wo die Pflanze mit Erfolg kultiviert wird und alljährlich im Februar bis März zur Blüte gelangt. Der Blütenschaft dieser Art weist nur eine einzige, am Ende des Schaftes stehende Blüte auf. Ihr Helm ist von weißlich transparenter Farbe, am oberen Teil rötlich angehaucht; die Nerven sowie die aufwärts geschlagene, von den zwei vorderen Sepalen gebildete „Unterlippe" sind licht-

*) Sitzungsberichte der K. Pr. Akad. der Wiss. 1912, XIV, XV.



grün gefärbt. Das schräg aufwärts gerichtete Labellum ragt nur mit seinem karminrot oder rotbraun gefärbten, nach außen gebogenen Endlappen aus der Blüte hervor und bildet eine sehr auffallende Anflugstelle.

Da keine Insekten zur Hand waren, benutzte Prof. Haberlandt bei den beiden ihm zur Verfügung stehenden Blüten zur Reizung ein menschliches Barthaar. Die untere Seite des oberen Labellums, damit berührt und gestreift, erwies sich nicht als reizbar, ebensowenig die Oberseite; erst nach Berührung des Anhängsels, das in der unversehrten Blüte nicht gut und nur teilweise sichtbar ist, schnellte das Labellum rasch zurück. Das geschah aber auch nur, wenn der pinselförmige obere Teil des Anhängsels gereizt wurde, nicht schon bei Berührung oder Streifung des gekrümmten Stieles des Anhängsels oder des Plattenrandes. Nach 35 bis 60 Minuten ist das Labellum wieder in die Ausgangsstellung (Abb. Fig. A) zurückgekehrt, befindet sich dann aber zunächst noch in einem Starrezustand. Auch eine kräftige und wiederholte Berührung des Anhängsels mit dem Barthaare führt zu keiner Reizbewegung. Erschütterungen wirken überhaupt nicht als Reiz, sondern nur Berührung mit einem festen Körper.

Prof. Haberlandt kommt zu dem Schluß: Der empfindlichste, bei geringerer Reizbarkeit des Labellums allein empfindliche Teil desselben ist sein pinselförmiges Anhängsel, das deshalb mit Recht als das Sinnes- oder Perzeptionsorgan der Blüte bezeichnet werden darf. Nur der obere, reichverzweigte und mit einzelligen Haaren versehene Teil des Anhängsels ist empfindlich, sein Stiel ist nicht reizbar. Es stellt also dieses Anhängsel des Labellums von Pterostylis curta und den verwandten Arten eines der größten, auffälligsten und am zweckmäßigsten gebauten Sinnesorgane für mechanische Reize vor, die wir im Pflanzenreich kennen.

Nach den Beobachtungen zweier australischer Botaniker wird die Reizbewegung der Lippenplatte durch kleine Insekten ausgelöst, die sich auf ihr niederlassen. Durch plötzliche Einkrümmung des Nagels wird die Platte an die flügelförmigen Anhängsel der Säule herangeschlagen und das Insekt in der Blüte eingeschlossen (s. Fig. B). Es kann nur entweichen, indem es auf der Säule emporkriecht, wobei es etwa mitgebrachte Pollenmassen auf der ungefähr in der Mitte der Säule gelegenen langen Narbe (st) abstreift. Wenn es dann weiter emporkriecht, muß es sich zwischen den beiden flügelartigen Anhängseln (f) am oberen Ende der Säule hindurchzwängen. Es streift dann das Rostellum oder Schnäbelchen (an) und nimmt die dort befindlichen Pollenpäckchen mit. Wäre schon das auffallend gefärbte Endstück des Labellums, die Anflugstelle, reizbar, so würde bei der Reizbewegung das Insekt nicht in das Innere der Blüte gesperrt werden, sondern zu hoch oben, an das Ende der Säule oder die beiden zusammenneigenden Flügel gedrückt werden oder die Säule überhaupt nicht berühren. Es würde rasch entweichen, ohne die Anthere gestreift zu haben.

Prof. Haberlandt hat das Labellum und sein Anhängsel einer genauen anatomischen Untersuchung unterworfen, von der nur folgendes erwähnt sei. Die Epidermiszellen der Oberseite des Labellums sind sämtlich zu zartwandigen, zahnartigen Wärzchen ausgewachsen, die alle nach dem Grunde zu gerichtet sind; sie werden von der Spitze zur Basis immer kleiner und erleichtern zweifellos das Herabkriechen der Insekten zu dem Anhängsel. Die Zahl der ein bis zwei Millimeter langen Zipfel des letzteren schwankt zwischen 28 und 32. Ob die an ihnen auftretenden zahlreichen Härchen als die eigentlichen Sinnesorgane wirken, oder ob die Reizbewegung durch die Verbiegung der Zipfel ausgelöst wird, diese Frage läßt sich natürlich nicht sicher beantworten.

Zu den Rhizophorazeen, den Stelzwurzelpflanzen, welche die eigentümlichen Mangrovestrandwälder bilden, gehört die Gattung Bruguiera. Bei den Blüten von Bruguieraarten konnte K. Gehrmann*) im Botanischen Garten zu Buitenzorg einen sehr interessanten Explosionsmechanismus nachweisen, der die glockenförmigen Blüten dieser Pflanzen vorwiegend an die Bestäubung durch honigsaugende Vögel, Nektarinien, angepaßt erscheinen läßt. Die Einrichtung und der Explosionsvorgang bei der Br. oriopetala werden folgendermaßen geschildert:

Die Kronenblätter sind mit fest aneinander schließenden Rändern klappenartig um die Mittelrippe gefaltet. In diese Blattkappen sind je zwei aneinander ganz nahe gerückte Staubgefäße eingeschlossen, die durch ihr starkes Längenwachstum bald in eine wellig gekrümmte gespannte Lage gezwungen werden. Diese Preßspannung, in der die schwellenden Staubfäden durch den Klappenmechanismus der Blütenblätter gehalten werden, wird derart ausgelöst, daß jedes Kronblatt infolge Berührung an einer bestimmten Stelle plötzlich unter leichtem Knall aufklappt. Alsdann springen die Staubblätter mit großer Heftigkeit hervor und stäuben den Pollen in einer feinen Staubwolke (etwa 20 Zentimeter in die Höhe) aus. Jedes Blütenblatt muß einzeln berührt werden und explodiert für sich gesondert.

Diese Wirkung auf einfache Berührung hin erfolgt stets nur an einer eigenen Stelle; es ist noch unbekannt, inwieweit dieser Erscheinung etwa ein spezifischer Reiz zu Grunde liegt. Die mechanische Bedingung für das Aufspringen der Klappen bildet ein System von besonders auf den Querflächen angeordneten Kutikularleisten. Die Entwässerung des Parenchyms (Saftzellgewebes) beim Aufheben der Turgeszenz auf die Berührung hin erfolgt höchstwahrscheinlich durch ein System von Spiraltracheiden, welches das Parenchym des Blütenblattes in seiner ganzen Länge durchzieht.

Schon vor dem Öffnen der Blüte und später noch in stärkerem Maße beginnt die Innenfläche der Achsenkupula Nektar auszuscheiden. Obwohl hier also eine Nektarinienblume von höchst eigenartiger Ausbildung vorliegt, glaubt Gehrmann doch

*) Berichte d. Deutsch. bot. Gesellsch. Bd. 19, Nr. 5 (Ref. von Leeke in Bot. Zentralblatt).



annehmen zu dürfen, daß sich hier zwei biologische Gruppen berühren und daß der Typus einer Gruppe im Begriff steht, in einen anderen überzugehen, nämlich die Tierbestäubung in ihrer äußersten Ausbildung, die Anpassung an Vogelbestäubung, in Windbestäubung, Ornithophilie in Anemophilie. Es scheint, als ob die der Mangroveformation angehörenden Gruppen der Rhizophorazeen durch ihren blütenbiologischen Entwicklungsgang allmählich in den Typus eines Windblütlers hineingedrängt werden.

Das Verhältnis der Hummeln zum Rotklee (Trifolium pratense) erörtert E. Lindhard,*) indem er einige neue Tatsachen mitteilt. Die Kreuzbestäubung des Rotklees wird bekanntlich, da der Rüssel der Biene zur Erreichung des Honigs zu kurz ist, von Hummeln besorgt, und auch unter diesen sind nicht alle Arten dazu tauglich. So haben bei der Erdhummel (Bombus terrestris) nur die Weibchen (Königinnen) einen genügend langen Rüssel, die gewöhnlichen Arbeitshummeln nicht; letztere beißen daher Löcher in die Kelche des Klees und stehlen so den Honig, ohne der Befruchtung zu dienen.

Auf Kleefeldern der dänischen Versuchsstation Tystofte hat der Verfasser die Zahl der kleebesuchenden Hummeln an mehreren Tagen zwischen dem 29. Mai und dem 7. Juli gezählt und für alle Arten zusammen stündlich folgende Zahlen gefunden:

29. Mai bis 6. Juni: 57 Königinnen,

6. Juni bis 23. Juni: 73 Königinnen und 19 Arbeiterinnen,

23. Juni bis 7. Juli: 79 Königinnen und 115 Arbeiterinnen.

Für einen der ersten dieser Prüfungstage berechnete Lindhard, daß, wenn jeder Besuch einen Samen ergibt, die Möglichkeit vorläge, in 20 Tagen 200 Kilogramm Saat pro Hektar zu erhalten, durchaus günstiges Wetter vorausgesetzt.

Eine Prüfung der Hummelnester auf den Feldern der Versuchsstation ergab, daß zwei von ihnen von Wiesenhummeln (Bombus silvarum und arenicola) angelegt und 15 von Feldhummeln besetzt waren (B. hortorum, subterraneus, distinguendus, lapidarius, terrestris). Die letzteren schienen in allen Fällen in alten Feldmauslöchern angelegt zu sein, eine Tatsache, die geeignet erscheint, Darwins Behauptung zu berichtigen, wonach die Feldmäuse die Zerstörer der Hummelnester sind und die Zahl der Hummeln also von der der Mäuse abhänge. Hier sah man vielmehr, daß die Mäuse den Hummeln indirekt von Nutzen sind.

Über eine plötzlich auftretende Gewinnmutation beim Alpenveilchen, das Auftreten eines neuen erblichen Merkmales, berichtet Hugo Fischer.*) Bei einem Schweizer Züchter war vor etwa sieben Jahren in seiner Zyklamenzucht eine Pflanze aufgetreten, die einfache, weiße, sonst in keiner Weise auffällige Blüten trug, diese aber alle an senkrecht nach oben gerichteten Stielen, die Kelche also nach oben geöffnet und die fünf Zipfel der Blumenkrone senkrecht herabhängend, während sonst alle Alpenveilchen kurz unter der Blüte eine starke Krümmung des Blütenstieles zeigen, der Kelch nach unten schaut und für die ganze Gattung die „nickenden Blüten" typisch sind.

Diese Umkehrung oder besser Wiederumkehrung der Blüte hat sich nun bei einer ganzen Reihe von Kreuzungen als „dominant" erwiesen, hat die Herrschaft über das bisherige Merkmal des Hängens der Blüte erlangt (s. die Mendelschen Gesetze, Jahrg. 1907, S. 135—140). Der Züchter (H. Walter in Vevey) hat zahlreiche Sorten, u. a. auch die gefransten und gekrausten „Papilio" und „Rokoko", mit Pollen der neuen, aufrechten Form bestäubt und so eine große Anzahl mannigfaltiger Formen erhalten, alle in Färbung und Gestalt der Blüte verschieden, alle aber in höchst auffallender Weise nach oben schauend. Bedauerlicherweise war auch dieser Fall nicht einer eingehenden wissenschaftlichen Untersuchung zugänglich.

Das Verhalten des neuen Merkmales hinsichtlich der Vererbung deutet auf einen positiven, neu aufgetretenen Erbfaktor für aufrechte Blüte, nicht auf Ausfall eines Erbfaktors für hängende Blüte; denn im letzteren Falle müßte erst in der zweiten Bastardgeneration, und zwar nur bei einem Viertel der Sämlinge, das neue Merkmal erschienen sein. Das war aber nicht der Fall.

Man könnte einwenden, die hängende Blüte sei erst seit kurzem in der Gattung Zyklamen entstanden, die Mehrzahl ihrer Verwandten habe mit wenigen Ausnahmen aufrechte oder doch nicht typisch nickende Blütenstiele, es handle sich also nur um Wiedererscheinen eines alten Merkmales, wenn nun auch einmal ein Zyklamen aufrechte Blütenstiele bekommt. Dann aber müßte bei dem seit langen Jahren in zahlreichen Rassen und vielen Tausenden von Stöcken kultivierten persischen Alpenveilchen so ein „Rückschlag" doch wohl öfter eingetreten sein. Aber ob da ein neuer erblicher Faktor wirklich neu ist, oder ob er vor ungezählten Jahrtausenden schon einmal vorhanden war, das ändert an der Tatsache nichts, daß er nun doch insofern neu ist, als er die letzten Jahrtausende vorher nicht vorhanden war. Es ist eine unvorstellbare Idee, daß ein dominierender Faktor latent vorhanden sein könne. Eine Erscheinung wie die vorliegende kann nur so verstanden werden, daß — auf eine allerdings noch nicht genauer erklärbare Weise — aus dem Stoffwechsel der Pflanze heraus ein kurz zuvor nicht vorhandenes Etwas sich entwickelt, das als neuer Erbfaktor wirkt und zu Tage tritt. Wenn auch hier „alles schon dagewesen" wäre, woher käme dann die doch nicht zu verkennende Aufwärtsentwicklung?

Über die Gründe und den Zweck der Heterokarpie, des Auftretens verschiedener Fruchtformen an einer und derselben Pflanze, hat Prof. K. Goebel Untersuchungen angestellt.*) Er nimmt den Ausdruck nur für die verschiedenen oberirdischen Früchte einer Pflanze und schließt die „Amphikarpie", das Vorkommen verschiedengestalteter oberirdischer und unterirdischer Früchte, aus.

*) Bot. Zentralbl. 1912, Nr. 28.
**) Naturw. Wochenschr. XI, Nr. 32.

*) Naturw. Wochenschr. X, Nr. 52.



Während man in den letzten Jahrzehnten die Heterokarpie teleologisch, als Anpassungserscheinung, betrachtete, ist die Frage, wie sie zu stande komme, bisher anscheinend ganz unerörtert geblieben. Sie ist fraglos sehr schwer zu beantworten, und es wird schon als Gewinn zu betrachten sein, wenn es gelingt, wenigstens eine Beziehung ausfindig zu machen, welche für alle Fälle der Heterokarpie gemeinsam ist und deshalb mit ihrem Auftreten ursächlich zusammenhängen muß.



Fruchtstand der Ringelblume (Calendula officinalis).

Versuche, die Zweckmäßigkeit der Heterokarpie festzustellen, sind verhältnismäßig einfach; Prof. Goebel weist darauf hin, daß es notwendig wäre, festzustellen, ob die verschiedene Fähigkeit zur Fruchtverbreitung, die in manchen Fällen mit der Heterokarpie zusammenhängt, für die betreffenden Pflanzen wirklich von Vorteil ist oder nicht, ob gewisse Formen der verschieden gestalteten Früchte von Vögeln gefressen oder von Ameisen verbreitet werden, ob die Keimungsdauer eine verschiedene ist usw. Freilich bleibt bei fremdländischen Pflanzen die Untersuchung der etwaigen Fruchtverbreitung durch Tiere außerhalb des Vaterlandes stets unsicher. Aber Anhaltspunkte lassen sich immerhin gewinnen.

Den meisten Lesern wird wenigstens ein Fall von Heterokarpie bekannt sein: die bei uns häufig in Gärten oder am Fenster gezogene Garten-Ringelblume (Calendula officinalis) oder Totenblume, eine alte aus Südeuropa stammende Gartenblume, deren abenteuerlich aussehende Fruchtköpfchen drei



Calendula malacitana. Die Früchte aus einem Blütenstand. I. u. II. innere, III Randfrucht (Seiten- und Innenansicht).

verschiedene Fruchtformen enthalten. Prof. Goebel führt eine Anzahl anderer heterokarper Kompositen auf, darunter eine zweite Calendula (C. malacitana), deren Früchte dieselben Eigentümlichkeiten wie die der Garten-Ringelblume, nur in verstärktem Maße, zeigen. Daß diese drei Fruchttypen zur Deutung ihrer Funktion aufforderten, ist leicht erklärlich. Die äußeren Früchte sind durch ihre Flügelbildung der Windverbreitung angepaßt, sie besitzen auch Vorrichtungen zum Anheften an Tiere, wenn auch nicht sehr wirksame; bei den ungeflügelten, hakenförmig gekrümmten könnte auch ein Anhaken mittels der ganzen Frucht stattfinden. Die inneren hingegen können nur der Aussaat an Ort und Stelle dienen. Die Ansicht, daß die Ähnlichkeit dieser inneren Früchte mit Insektenlarven die Vögel veranlasse, sie zu fressen, unverdaut wieder von sich zu geben und so zu verbreiten, ist durch Versuche widerlegt worden. Ebenso fehlt der Beweis für die Ansicht, die Larvenähnlichkeit sei ein Schutz gegen körnerfressende Vögel. Die ganze Frage des etwaigen Zweckes der Heterokarpie bedarf sorgfältiger Prüfung um so mehr, als es auch Formen gibt, bei denen zwar eine Verschiedenheit der Fruchtform, aber nicht eine Verschiedenheit der Verbreitung in Betracht kommt. Die Heterokarpie kann nicht, wie Delpino meinte, lediglich als eine Anpassung an verschiedene Verbreitungsart aufgefaßt werden. Ein ursächlicher Zusammenhang läßt sich nur zwischen der Form und der verschiedenen Stellung der Früchte im Blütenstand feststellen; dabei sind bei den einen Formen die Randfrüchte, bei den anderen die Scheibenfrüchte in der Entwicklung gefördert.

Auch bei einer Meldenart, Atriplex hortensis, scheint die Heterokarpie durch verschiedene Verbreitungsmöglichkeit nicht erklärt. Hier sind zweierlei Früchte vorhanden, einmal solche, die in zwei große Vorblätter eingeschlossen sind und in der Vertikalebene abgeflacht erscheinen, und zweitens kleinere, schwarze, vorblattlose, die in horizontaler Richtung abgeflacht sind. Die großen Früchte keimen hier rascher als die kleinen schwarzen, dickschaligeren, während hinsichtlich der Verbreitungsfähigkeit zwischen beiden sich kein Unterschied ergibt. Der Forschung liegt bei den heterokarpen Früchten also noch ein weites Feld offen.

Wachstum und Ernährung.

Als eine unbekannte Sehenswürdigkeit der Umgebung Berlins bezeichnet Prof. Dr. P. Graebner das Riesenrohr unbekannter Art und Herkunft, das in der Niederlausitz, etwa 10 Kilometer westlich von der Spreewaldstadt Lübbenau, zwischen den beiden Dörfern Willmersdorf und Stöbritz an den Ufern des Baches, der die beiden Dörfer trennt, zu finden ist. Als riesige Wand erhebt sich der Bestand, der durch seine Höhe jedem Wanderer auffallen muß, unmittelbar an der Chaussee neben der steinernen Brücke, die das Fließ überspannt. Merkwürdig ist, daß das Riesenrohr nur auf einer Seite der Brücke und auch nur auf einer Seite des Baches steht; auf der anderen ist nur das gewöhnliche Schilf vorhanden.

Es muß schon seit mehr als hundert Jahren an dieser Stelle gestanden haben, denn die Einwohner erzählen, ihre Vorfahren hätten ihr ganzes Hab und Gut in das Rohr gebracht, als die Franzosen 1807 durch die Gegend zogen und plünderten, was nicht niet- und nagelfest war. Die Franzosen bemerkten das Versteck nicht und so entgingen die scheinbar ausgestorbenen Orte der Brandschatzung. Gewöhnliches Rohr hätte einen solchen Schutz nicht gewähren können.

Botaniker in der ersten Hälfte des XIX. Jahrhunderts hielten das Gewächs wegen seiner Größe für das im Mittelmeergebiet so verbreitete große Arundo donax oder für eine Riesenform des gemeinen Schilfrohres. Beides hat sich jedoch als falsch erwiesen. Die Durchschnittshöhe der ausgewachsenen Halme beträgt etwa 7·20 Meter, doch hat man auch solche bis zu 10 Meter gefunden. Die Blütenrispe ist mitunter einen halben Meter lang, die Blätter werden bis fünf Zentimeter breit. Als Prof. Graebner und Prof. Ascherson im Frühjahr 1912 den Standort besuchten, um für den Botanischen Garten lebende Pflanzen zu holen, zeigten sich noch andere Eigentümlichkeiten des Rohres. So hatten die abgestorbenen Halme alle Blätter verloren, die doch beim gemeinen Rohr sitzen bleiben; wie in tropischen Bambuswaldungen war der Boden dicht mit den abgefallenen Blättern bedeckt. Ferner fiel die dunkle Farbe der Grundachsen auf, die beim gewöhnlichen Rohr hellgelb sind, auch zeigen die Pflanzen eine starke Neigung zur Verzweigung der Stengel, die man auch beim gemeinen Rohr nicht findet. Kurz, eine Reihe biologisch merkwürdiger Eigenschaften geben der Pflanze eine Sonderstellung.

Eine Abänderung des gewöhnlichen Schilfrohres liegt nach Prof. Graebner hier nicht vor. Während der einzige sicher bekannte Standort des Riesenrohres bisher der Lausitzer war, hat ein dänischer Botaniker es kürzlich auch in Ostengland entdeckt. Es erscheint gänzlich ausgeschlossen, daß diese Vorkommnisse, in einem so weiten Gebiet wie Europa ganz isoliert, Reste einer früher weiteren Verbreitung sind. Aus den Tropen, z. B. von verschiedenen innerafrikanischen Seen, berichten die Reisenden auch hie und da von einem so riesenhaften Rohr, während das auch in den Tropen sehr verbreitete gemeine Rohr auch dort kaum höher ist als bei uns. Prof. Graebner kann sich das merkwürdige Auftreten nur so vorstellen, daß Zugvögel das Riesenrohr in unsere Breiten verschleppt haben. Das Schilfrohr bringt selten keimfähige Früchte hervor, und so wird vielleicht ein Storch, der sich am Tanganjikasee oder sonstwo in Afrika auf der Rückreise zu uns Frösche suchte, einen solchen seltenen Samen an seinen Füßen aufgelesen und nach langer Reise am Willmersdorfer Fließ wieder abgesetzt haben. Der Samen keimte, der Keimling blieb leben und schuf den Bestand.

Die kräftige Ausdehnung des Riesenrohres an dem Niederlausitzer Standort zeigt, daß die Pflanze für ihr Wachstum günstige Bedingungen gefunden hat. Gedeiht sie in der Lausitz, so läßt sie sich gewiß auch an anderen geeigneten Stellen in Norddeutschland ansiedeln und nutzbringend verwerten. Ein so langes Rohr wird sicher für viele Zweige der Technik ein erwünschtes Material bilden. („Berl. Tagebl." 1912, Nr. 399.)

Wie vom Schilfrohr, so wird auch von der Quecke (Triticum repens), diesem schwer ausrottbaren Ackerschädling, angenommen, daß sie sich hauptsächlich vegetativ, also durch Ausläufer vermehre und daß ihre Verbreitung durch Samen gar nicht in Betracht komme. Konsulent E. Korsmo hat sich deshalb der dankenswerten Aufgabe unterzogen, diese Frage erneut zu prüfen.*)

Infolge der obigen Auffassung hat man, wie Korsmo betont, dem Queckensamen geringe Aufmerksamkeit geschenkt und nichts getan, um seine Verbreitung zu hindern. Dies hat wieder zweifellos die große Verbreitung der Quecke verursacht, da sie ungehindert an Weg- und Grabenrändern sowie überall auf dem Felde, wo nicht abgeerntet wird, Samen werfen konnte. In der Annahme, daß die Pflanze selten reife Samen entwickle, hat man es für unnötig gehalten zu verhindern, daß die Queckensamen sich mit Heusamen mischen, da sie ja höchstens dadurch schaden konnten, daß sie das Aussehen der Ware herabsetzten. Korsmo kam zufällig zu einer abweichenden Ansicht. Im Frühjahr 1908 wurde nämlich ein 480 Ar großer, völlig queckenfreier Acker zu Wiese mit Weizen als Obersaat ausgelegt. Beim Analysieren ergab sich, daß der zur Aussaat bestimmte Heusamen einige Queckensamen enthielt. In der zweitjährigen Wiese erschienen einige Queckenhalme mit Ähren, und auf der drittjährigen fand sich eine Menge von Queckennestern bis auf einige Meter im Durchmesser groß. Beim Umpflügen der Wiese fand man den Boden stellenweise bis zu etwa 12 Zentimeter Tiefe völlig durchwoben mit verhältnismäßig feinen Queckenrhizomen, deren Ursprung sich leicht nachweisen ließ. Während des Ackerns im nächsten Frühjahr wurden die abgeschnittenen Rhizome dieser „Queckennester" weiter über das Ackerstück verschleppt und ihre Verbreitung wurde dadurch eine vollständige.

Einige Queckensamen wurden ausgesondert und sechs Jahre lang im verschlossenen Glase aufbewahrt. Im Herbst 1908 mit ihnen angestellte Versuche ergaben, daß nach fünf Tagen 70, nach 14 Tagen 91 Prozent von ihnen gekeimt hatten. Einige Proben mit frischen Samen zeigten kaum ein besseres Ergebnis. Und so gut wie im Laboratorium keimten die Samen auch im freien Ackerland. Kälte und Unwetter scheinen ihre Wachstumsfähigkeit nicht zu beeinträchtigen. Im allgemeinen wächst die Quecke im ersten Jahre sehr langsam, wie ja auch das Timothee- und Kleegras, so daß sie im ersten Lebensjahr noch keine Ähren treibt und erst im zweiten reife Samen entwickelt. Selbst wenn die Pflanze aus Wurzelschößlingen hervorwächst, wird sie sich im allgemeinen so langsam entwickeln, daß sie vor dem Abernten des Getreides keine reifen Samen trägt.

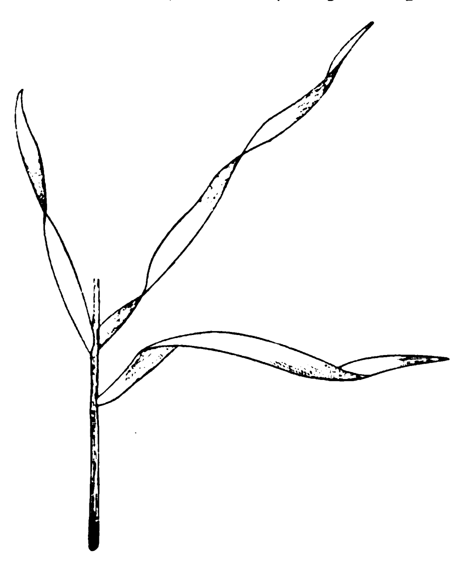
Eine Untersuchung von Queckenähren, die im August 1911 von einem Haferacker unmittelbar vor dem Ernten des Getreides gesammelt waren, zeigte einen durchschnittlichen Inhalt von 50 kernigen Samen pro Ähre mit einer Keimfähigkeit von 94 Prozent. Die Quecke besitzt, wie in einem Treibhausversuch sich herausstellte, in ihren Ausläufern eine so enorme Verbreitungsfähigkeit, daß man darüber die Tatsache völlig übersehen hat, daß die Samen der Quecke nicht unwesentlich zur Verbreitung der Pflanze beitragen.

*) Nyt Magazin for Naturvidenskaberne. Bind 50, Hfte III, IV.



Die Quecke tritt in Norwegen in verschiedenen Formen auf, von denen Korsmo als auf bestelltem Acker vorkommend drei erwähnt: die grasgrüne Triticum repens, die blaugrüne Tr. glaucum und die blaugrüne, mit zugespitzten Blättern und pfriemenförmigem Stock, Tr. aristatum. Ascherson und Graebner in ihrer „Synopsis der mitteleuropäischen Flora" haben noch mehr Formen unterschieden. Wie erklärt man nun die verschiedenen Formen der Quecke?

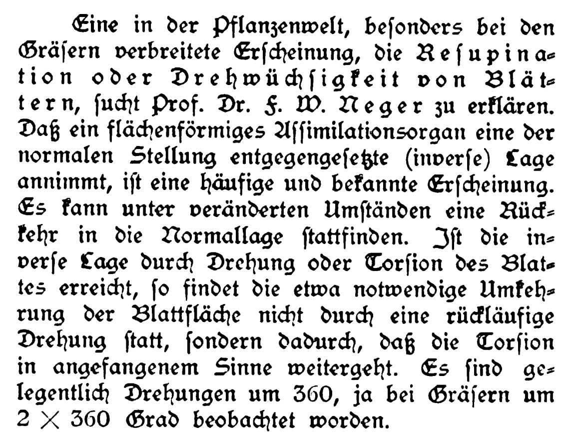
Bis jetzt hat man sie ganz einfach für einen Ausschlag des vegetativen Anpassungsvermögens gehalten. Aus der bisher angenommenen, durch Generationen fortgesetzten ausschließlich vegetativen



Sproß der Quecke mit drehwüchsigen Blättern.

Vermehrung sollte die große Variabilität der Quecke hervorgehen; denn, sagte man, es sei ja klar, daß das Protoplasma den Einflüssen der Ernährung und des Klimas um so mehr unterliege, je weniger das Plasma durch Fremdbestäubung anderer Individuen beeinflußt werde.

Diese Erklärung war natürlich, solange die Vermehrung auf geschlechtlichem Wege unberücksichtigt blieb. Nun, da wir bestimmt wissen, daß sich die Quecke leicht und sicher durch Samen vermehrt, wird man das Vorkommen verschiedener Formen dieser Pflanze auch in anderen Ursachen suchen müssen. Sie dürfen nicht als Varietäten, verursacht durch Einwirkung von äußeren Verhältnissen, aufgefaßt werden; man muß vielmehr annehmen, daß sie durch Mutation entstanden sind, mithin als konstante Elementararten angesehen werden können. Solche Elementararten entstehen bei vielen Pflanzen, die sich durch Samen vermehren, leicht, während sie jedenfalls schwieriger durch vegetative Vermehrung entstehen können. Die große Verbreitung der Quecke durch Samen muß auch in dieser Beziehung eine Rolle spielen, über die sich Korsmo aber nicht bestimmter auszusprechen wagt. Ein kurzer Abschnitt über die wirtschaftliche Bedeutung der Quecke und ihre Schädlichkeit für den Landbau schließt die interessante Arbeit ab.



Eine in der Pflanzenwelt, besonders bei den Gräsern verbreitete Erscheinung, die Resupination oder Drehwüchsigkeit von Blättern, sucht Prof. Dr. F. W. Neger zu erklären. Daß ein flächenförmiges Assimilationsorgan eine der normalen Stellung entgegengesetzte (inverse) Lage annimmt, ist eine häufige und bekannte Erscheinung. Es kann unter veränderten Umständen eine Rückkehr in die Normallage stattfinden. Ist die inverse Lage durch Drehung oder Torsion des Blattes erreicht, so findet die etwa notwendige Umkehrung der Blattfläche nicht durch eine rückläufige Drehung statt, sondern dadurch, daß die Torsion in angefangenem Sinne weitergeht. Es sind gelegentlich Drehungen um 360, ja bei Gräsern um 2 × 360 Grad beobachtet worden.

Die bisher allgemein verbreitete Annahme, die Resupination der Blätter stehe im Dienste des Schutzes gegen Verdunstung, ist zu einseitig. Nach Prof. Neger kommen folgende ökologische Faktoren in Betracht:

1. Licht, und zwar ausschließlich beim Überschlagen der Blätter von Poa nemoralis (Wald-Rispengras), nebenbei auch bei anderen;

2. Verdunstungsschutz beim Resupinieren der infolge ihrer Schwere überschlagenden Blätter einiger Simsen (Luzula albida, maxima);

3. mechanische Festigung bei der Mehrzahl der Gräser, namentlich bei jenen, die infolge mangelnder innerer mechanischer Festigkeit oder außerordentlicher Länge der Blätter durch Torsion einen höheren Grad von Biegungsfestigkeit anstreben. Dies ist vermutlich auch die ökologische Bedeutung des Drehwuchses vieler Bäume; es fällt auf, daß die Kiefer an sehr windigen Standorten oft besonders stark gedreht ist.

Die an dritter Stelle genannte rein mechanische Deutung der Resupination erklärt mancherlei Widersprüche. Die auffallende Erscheinung, daß bei vielen Schattengräsern gerade jene Blätter von der Drehwüchsigkeit ausgeschlossen sind, die sich durch geringe Länge auszeichnen, die untersten und die obersten, wird hiedurch besser erklärt als durch die Transpirationsschutzhypothese. Ferner sehen wir die Blattresupination dort fehlen, wo die mechanische Festigkeit des Blattes in anderer Weise gesichert ist, z. B. bei Rollblättern, sehr breiten Blättern, Blättern mit wellblechartigem Bau (Mais) usw. Endlich ist das einfach oder mehrfach resupinierte Blatt viel besser befähigt, das Ober- und Seitenlicht auszunutzen, als das nicht resupinierende. Es vermag die bei Seitenbelichtung eng begrenzte fixe Lichtlage viel besser aufzusuchen als das wenig bewegliche, unbeholfene, nicht resupinierte Blatt. Prof. Neger möchte geradezu behaupten, daß die Resupination den Grasblättern den Grad von Beweglichkeit verleiht, der ihnen infolge des Mangels eines Blattstieles von Haus aus abgeht.

Allem Anschein nach haben sich viele Waldgräser mit einfacher Resupination aus Wiesen- und Steppengräsern mit mehrfacher Blattdrehung entwickelt und dabei die Neigung zu resupinieren beibehalten.*)

*) Flora (Allg. bot. Zeit.) IV. Bd. (1912), Heft 2.



Die Ernährung der Pflanzen kann durch künstliche Zusätze zum Boden, aber auch durch Bereicherung der Atemluft mit Gasarten befördert werden. Über Pflanzenernährung mittels Kohlensäure macht auf Grund zahlreicher Versuche im Botanischen Garten zu Dahlem bei Berlin Dr. Hugo Fischer wertvolle Mitteilungen, die vielleicht auch für die gärtnerische Praxis Bedeutung gewinnen könnten.*)

Seit Justus von Liebig schätzen Landwirtschaft und Gärtnerei den Wert der künstlichen Düngung. Man düngt mit Stickstoff und Phosphor, mit Kali und Kalk, wohl auch mit Magnesia; was der Pflanze sonst noch nötig oder nützlich ist, Schwefel, Eisen, Chlor, findet sich meist im Boden schon in ausreichender Menge vor. Die ausreichende Menge: das ist der springende Punkt. Ist auch nur einer der nötigen Grundstoffe in zu geringem Maße vertreten, so nützt ein Überfluß aller der anderen gar nichts, die Pflanze kümmert doch. Fügt man Spuren des mangelnden Stoffes hinzu, dann findet wieder so lange Wachstum statt, bis alles verbraucht ist. Man bezeichnet diese überaus wichtige Tatsache als das „Gesetz des Minimums“.

Daß derjenige Grundstoff, der die Hauptmasse des Pflanzenkörpers ausmacht, der Kohlenstoff, fast stets im Minimum vorhanden sei, ist bisher kaum beachtet worden. Er wird bekanntlich in der Weise für den pflanzlichen Organismus erworben, daß grüne Pflanzenteile im Licht die in der Luft enthaltene Kohlensäure zerlegen, freien Sauerstoff abgeben und den Kohlenstoff zu organischer Substanz verarbeiten.

Die Atmosphäre enthält durchschnittlich in einem Kubikmeter Luft nur 0·59 Gramm Kohlensäure, das entspricht 0·216 Gramm reinen Kohlenstoffes. Reicher an Kohlensäure ist die Luft zunächst dem Erdboden, weil in diesem aus den darin enthaltenen organischen Substanzen durch die Tätigkeit von Bodenmikroorganismen fortgesetzt geringe Kohlensäuremengen erzeugt werden; reich daran ist vor allem auch aus demselben Grunde die Luft der Mistbeete, namentlich so lange sie frisch beschickt sind. Arm an Kohlensäure ist dagegen die Luft geschlossener Räume, in denen dicht gedrängt assimilierende Pflanzen stehen, also der meisten Gewächshäuser. Dem haben die Gärtner, obwohl dieses Zusammenhanges unbewußt, gewohnheitsmäßig bis zu einem gewissen Grade abgeholfen, einmal durch Verwendung sehr stark humosen Bodens, der eben als Kohlensäurequelle dient, sodann durch häufiges Lüften der Häuser, das u. a. auch wesentlich dazu dient, frische, d. h. kohlensäurehaltige Luft von außen wieder zuzuführen.

Daß nun grüne Pflanzenteile weit mehr Kohlensäure verarbeiten können, als ihnen gewöhnlich geboten ist, daß ihr Trockengewicht dabei wesentlich gesteigert wird, auch in weniger intensivem Licht, das hat die Wissenschaft längst festgestellt. Aber die dahin zielenden Versuche waren teils unzweckmäßig angestellt, teils hat man versäumt, mit dem nötigen Nachdruck die erhaltenen guten und praktisch verwertbaren Ergebnisse wirklich allgemein genug bekannt und dem praktischen gärtnerischen Pflanzenbau nutzbar zu machen.

Dr. H. Fischer benutzte zur Versuchsanstellung vier Glashäuschen von je annähernd ein Drittel Kubikmeter Innenraum, die unter möglichst gleichen Belichtungsverhältnissen gehalten wurden. Die Kohlensäurezufuhr geschah während des ersten Versuchsjahres in Gasform aus einer Stahlflasche mit komprimierter Kohlensäure in Glasflaschen von bekannter Größe, ein für die Praxis ungeeignetes Verfahren, das Dr. Fischer auch für weitere Versuche aufgab.

Von den vier Häuschen erhielt eines keine Kohlensäure zugeführt und wurde als ungedüngt bezeichnet;

schwachgedüngt erhielt täglich 300 Kubikzentimeter,

mittelgedüngt erhielt täglich 1 Liter,

starkgedüngt erhielt täglich 2 Liter gasförmiger Kohlensäure.

Als Versuchspflanzen dienten:

20 Stecklingspflanzen von Primula obconica
20 „ „ Mimulus luteus,
12 „ „ Fuchsia hybrida
12 „ „ Pelargonium zonale,
16 „ „ Coleus hybridus,
16 „ „ Begonia hybrida
8 Sämlinge von Solanum robustum
12 „ „ Nicotiana Tabacum

Nach einer gewissen Wachstumszeit, gewöhnlich wenn ihnen der Platz zu mangeln begann, wurden die Versuchspflanzen hart über dem Boden abgeschnitten, getrocknet und gewogen, und zwar immer alle Pflanzen je eines Häuschens zusammen. Es zeigte sich, daß die Kohlensäurezufuhr den so „gedüngten“ gegenüber den ungedüngten Pflanzen einen großen Vorsprung gegeben hatte. Setzt man letztere = 100, so hatten die gedüngten z. B. bei Mimulus in der obigen Reihenfolge (schwach-, mittel-, starkgedüngt) 141, 122, 139 Prozent Trockengewicht; beim Tabak war das Verhältnis 100:113:128:160, bei Coleus 100:105:116:252. An den Primeln, Fuchsien und Pelargonien fiel ganz besonders das reichere Blühen der gedüngten Pflanzen auf.

Nicht immer zeigte „starkgedüngt“ die größte Gewichtszunahme, in manchen Fällen tat dies auch „schwachgedüngt“, z. B. bei der Kapuzinerkresse, oder „mittelgedüngt“ (bei Coreopsis oder Chrysanthemum indicum). Ein einziges Mal, bei Schizanthus pinnatus albus, zeigte sich die Gabe von zwei Litern als zu stark; die Pflanzen warfen sämtlich ihre Blätter ab, indem der Blattstiel nahe an seiner Basis abknickte, woran die Pflanzen zu Grunde gehen mußten. Die Förderung der Blühwilligkeit infolge der Kohlensäurezufuhr zeigte sich besonders deutlich bei Reseda.

Ein weiterer Versuch wurde mit 24 Gurkenpflanzen „Berliner Aal“ am 20. Mai, fünf Wochen nach der Aussaat, begonnen. Dr. Fischer gab die Kohlensäure nun nicht mehr abgemessen aus der Stahlflasche, sondern entwickelte sie in den Häuschen durch Aufgießen von Salzsäure auf Kalkstein: rohe Salzsäure mit gleicher Menge Wasser

*) Gartenflora. 61. Jahrg. 1912, Hft. 14.



verdünnt, davon täglich 10 und 15 Kubikzentimeter, das gab eine Kohlensäuremenge, die ziemlich genau dem „mittelgedüngt" und „starkgedüngt" des letzten Versuches entsprach. Es zeigte sich zunächst, was Dr. Fischer schon vorausgesehen hatte, daß die Kohlensäurepflanzen Schädlingen (Thrips) gegenüber bedeutend widerstandsfähiger waren als die ungedüngten. Dann zeigte sich auch die Förderung der Blühwilligkeit in hervorragendem Maße; am 16. Jänner z. B. wurden ohne die bereits abgewelkten Blüten gezählt: „stark" 31, „mittel" 34, „ungedüngt" zwei Blüten. Die starkgedüngten Pflanzen hatten gegenüber den ungedüngten mehr als das Doppelte des Frischgewichtes wie des Trockengewichtes.

So kann man also als bewiesen ansehen, daß **durch Erhöhung des Kohlensäuregehaltes der umgebenden Luft sich eine wesentliche Steigerung der Pflanzenentwicklung überhaupt und insbesondere der Blühwilligkeit erzielen läßt.**

Ob sich dieses Versuchsergebnis für die gärtnerische Praxis, für die es natürlich von hervorragender Bedeutung sein könnte, verwerten läßt, hinge vor allem davon ab, daß die Kosten des Verfahrens sich nicht höher stellen als der Gewinn. Die billigste verwendbare Kohlensäurequelle wäre wohl Salzsäure mit Kalkstein. Stücke von rohem, ungebranntem Kalk oder Abfälle der Marmorbearbeitung werden behufs Austreibung der in ihnen enthaltenen Kohlensäure mit verdünnter roher Salzsäure übergossen. Dr. Fischer zeigt durch eine ausführliche Kostenberechnung, daß sich die geringen Kosten in der Praxis reichlich bezahlt machen werden, vielleicht nicht für die billigste Dutzendware, aber sicher für alle einigermaßen wertvolleren Pflanzen. Besonders die Blühwilligkeit wird sich so steigern lassen und ihre Förderung vermutlich noch in besonderer Hinsicht nutzbar gemacht werden können.

Manche an sich sonst wertvolle Pflanze leidet vielleicht an einer gewissen Schwäche in der Blütenbildung — dem kann durch Kohlensäurezufuhr in gewissem Grade abgeholfen werden. Der Züchter wird zuweilen Interesse daran haben, Pflanzen zur Fortpflanzung durch Samen zu bringen, die unter den bisherigen Kulturbedingungen wenig zum Blüten- und Fruchtansatz neigten, etwa Bastarde; sicherlich wird die Menge und die Ausbildung etwaiger Samen eine Steigerung erfahren. Die Züchtung der Orchideen z. B. wird dadurch eine recht langwierige Sache, daß Sämlingspflanzen erst nach etwa fünf Jahren zum erstenmal blühen — es ist nun keineswegs unwahrscheinlich, daß diese Wartezeit durch Kohlensäurebehandlung erheblich abzukürzen sein wird, was selbstverständlich nicht von Orchideen allein gilt. Anderseits werden Pflanzen durch reichliches Blühen oft derart erschöpft, daß sie, selbst ausdauernde Arten, nach der Blüte eingehen: hier wird sich vielleicht manches kostbare Stück retten lassen, denn die Blütenbildung bedingt ja gerade einen starken Verbrauch an kohlenstoffhaltiger Substanz. — Alles unter Glas gezogene Obst, Beeren usw. werden an Wert gewinnen, denn der Zuckergehalt der Früchte ist direkt von der aufgenommenen Kohlensäure abhängig.

Bisher hat der Gärtner Blühwilligkeit erzwungen, indem er die „krautbildende" Bodenernährung einschränkte; in Zukunft wird er mittels der Kohlensäuremethode die Pflanze zum Blühen veranlassen, **indem er die Lufternährung steigert, ohne die Bodenernährung zu beinträchtigen.**

Über das **Verhalten der Kulturpflanzen zu den Bodensalzen** sind im botanischen Institut der landwirtschaftlichen Hochschule Norwegens neuerdings von B. **Hannsteen Cranner** Versuche angestellt und wichtige Ergebnisse gewonnen worden.*) Danach üben reine Magnesia-, Kali- oder Natronlösungen giftige Wirkungen auf die Pflanzen aus, die darin bestehen, daß sie die Zellenwände der jungen Wurzelteile desorganisieren und auflösen. Wenn Kalksalze solche Wirkungen nicht nur nicht hervorrufen, sondern sie vielmehr in starkem Maße sogar aufzuheben vermögen, so beruht dies darauf, daß der Kalk direkt oder indirekt eine Bedingung für den normalen Aufbau und die erforderliche Erhaltung der Zellwände ist.

Ferner haben diese Untersuchungen zu dem unerwarteten Ergebnis geführt, daß die Zellwände lebender, also physiologisch tätiger Zellen neben Zellulose und Pektinsubstanzen noch andere Bestandteile enthalten, die nach ihrer chemischen Natur, Quantität und anscheinend auch allgemeinem Auftreten wahrscheinlich bei der Mechanik des Stoffaustausches in den betreffenden Zellwänden von hoher Bedeutung sind.

Diese Bestandteile sind im wesentlichen **freie, leicht schmelzbare Fettsäuren** und, aber nur in geringem Maß, phytosterinartige Körper. Sie fanden sich ohne Ausnahme bei allen von **Cranner** daraufhin untersuchten, so verschiedenen Pflanzen und Pflanzenteilen wie Hyazinthe in den Zellwänden aus dem Innern der Blütenstengel, Mais, Pferdebohne (Vicia Faba), Lupine in den Zellwänden ganz junger absorbierender Wurzelteile, Begonie (B. ricinifolia) in Zellwänden aus dem Innern der Blattstiele usw. Es enthielten die verschiedenen Zellhautpräparate an freien Fettsäuren 2·75 bis 12·90, an photosterinartigen Stoffen 0·29 bis 1·64 Prozent; an Pektinstoffen enthielten sie 7·43 bis 51·56 Prozent; dagegen ließ sich weder Glyzerin noch Phosphorsäure nachweisen. Die Fettsäuren traten in den Wänden niemals einzeln auf, sondern zwei bis mehrere verschiedene bilden ein für jede Pflanzenart oder jeden Pflanzenteil charakteristisches Gemisch. Sie haben mit den bekannten Kork- und Wachsfettsäuren keine Ähnlichkeit, müssen auch ganz andere Funktionen zu erfüllen haben als diese, da sie hervortretende Bestandteile der Zellwände lebender, im Dienste der Stoffabsorption und der Stoffwanderungen stehender Zellen bilden.

Cranner nimmt an, daß die Wände lebender Zellen durch den Besitz solcher leicht Salz bildenden Fettsäuren sowohl bei der Stoffaufnahme wie

*) Nyt Magazin for Naturv. Bd. 47, Hft. II, Bd. 50, Hft. II.



bei der Stoffabgabe der Zellen aktiv tätig werden; daß also die Zellwand durch sie einen in erster und letzter Linie regulierenden Faktor bei den stofflichen Wechselwirkungen zwischen den Zellen untereinander oder zwischen diesen und dem Außenmedium bilde. Manche Verhältnisse, z. B. gewisse Eigentümlichkeiten bei den Wurzelausscheidungen, das Verhalten der Pflanzen zu chemisch verschiedenen Böden (Salzpflanzen, kalkliebende und kalkscheue) u. a. scheinen hiedurch erklärt werden zu können.

Zu den interessantesten Gewächsen der mitteleuropäischen Flora gehört die Schmarotzerin **Mistel**, über die in den Jahrbüchern schon verschiedentlich berichtet worden ist. Eine Anzahl Versuche, die Prof. Dr. C. v. **Tubeuf** mit Mistel-Reinkulturen in sogenannten Erlenmeyerkölbchen angestellt hat, haben einige interessante Ergebnisse gebracht, über die hier zu berichten ist.*)

Die Keimlinge der Mistel künstlich zu ernähren, erwies sich als nicht möglich. Bakterien, Schimmel, auskristallisierende Salze der Nährlösung ließen sie zu Grunde gehen. Ein Versuch, Keimlinge **ohne** Haftscheibe, die in der Natur zur Befestigung des Samens dient und unter der die Wurzel in den Nährbaum eindringt, auf Glasplatten über nassem Filtrierpapier zu erhalten und zeitweilig mit Nährlösung zu benetzen, führte zwar auch nicht zu künstlicher Ernährung der Keimlinge, ergab aber doch eine bemerkenswerte Tatsache: Der Keimling bildete im ersten Sommer eine Wurzel aus und blieb den Winter hindurch lebend; im zweiten Sommer wuchs die Wurzel weiter und krümmte sich negativ heliotrop (d. h. in der Richtung vom Lichte fort); da sie aber am Lichte stand, ergrünte sie auch und bildete eine glatte Oberfläche aus, d. h. sie nahm Sproßeigenschaften an, wie es auch dem Licht ausgesetzte normale Wurzeln anderer Pflanzen tun. Wäre die Wurzel verdunkelt gehalten worden, so wäre sie farblos geblieben und hätte auf der Oberfläche Papillen gebildet, hätte also ihre Einrichtung als normale Saugwurzel behalten. Erst im dritten Sommer starb der Keimling ab. Sein langes Leben beweist, daß Mistelkeimlinge, wenn sie vor dem Vertrocknen geschützt sind, lange Zeit, mindestens bis ins dritte Jahr hinein, leben können.

Wenn sich Keimlinge auf einer Wirtspflanze längere Zeit lebend erhalten, so ist noch nicht bewiesen, daß sie entsprechend ernährt und sich weiter entwickeln werden. Und in der Tat sterben Keimlinge, obwohl sie in lebende Zweige eingedrungen sind, vielfach nach dem ersten, zweiten oder dritten Jahre ab, wenn sie nicht volle Ernährungsbedingungen gefunden haben. Angaben über erfolgreiches Anwachsen von Mistelkeimlingen sind daher meist erst vom dritten Sommer nach der Infektion ab verläßlich, es sei denn, daß die Entwicklung der Mistelsproßteile (Blätter und Stengel) das Gedeihen der Wurzel schon früher beweist. Als Anzeichen erfolgreicher Einwurzelung der Mistel können folgende Tatsachen dienen:

1. Wenn sich die Keimlinge senkrecht zur Unterlage **aufstellen**;

*) Naturw. Zeitschr. für Forst-. und Landwirtsch. 10. Jahrg. (1912), Hft. 2/3.

2. wenn sie gar die ersten Blättchen entfalten;
3. wenn die Wirtspflanze das Eindringen des Parasiten durch Hypertrophie des Nährgewebes (Anschwellen des tragenden Astes) anzeigt.

Bei den Versuchen Prof. v. **Tubeufs** wurden die Mistelsamen steril auf die Unterlage in Erlenmeyerkölbchen gebracht. In diesen Kolben kamen sie alle zur Keimung, gleichviel, ob dieselben Agar, Gelatine, Filtrierpapier, nasse Holzzweige, Ton, Schwamm usw. mit Nährlösungen enthielten. Das Endergebnis aller Versuche war folgendes:

Es ist möglich, Reinkulturen von Viscumkeimlingen jahrelang steril und lebend zu erhalten. Großer Lichtmangel hindert die Keimung, geringer Lichtmangel läßt zwar die Entwicklung des

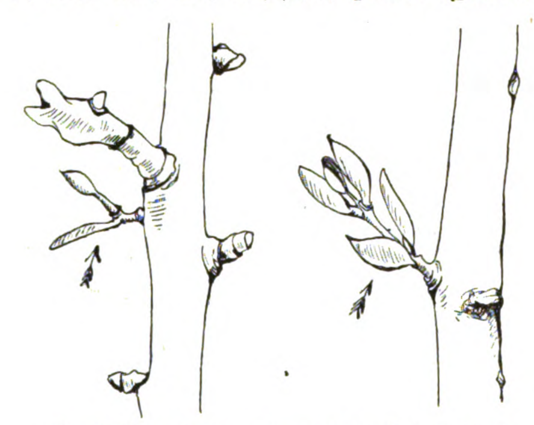


Dreijährige lebende Keimlinge der Kiefernmistel auf mit Kohle geschwärztem Nähragar.

hypokotylen Gliedes (der späteren Wurzel) zu, führt aber dann zum Absterben des Keimlings. Bei vollem Lichtgenuß entwickelt sich das hypokotyle Glied normal, wächst auf reflektierender weißer Agar-Nährlösung bei beiderseits heliotropischer Einwirkung von dem Nährmedium weg und richtet sich negativ geotrop (d. h. vom Boden sich wegwendend) auf. Solange der Keimling voll belichtet ist, nimmt die Spitze des hypokotylen Gliedes nicht Wurzelcharakter an, d. h. sie wächst weiter mit glatter Oberhaut und wird grün. Nur bei einem gewissen Grad von Lichtmangel bildet sich diese Spitze als normale Wurzel aus, indem sich ihre Oberfläche mit Papillen bedeckt und gelblich bleibt. Eine mit Papillen versehene Wurzel, an das Licht gebracht, wird grün und glatt. Es ist daher zur ersten Keimung und Wurzelentwicklung der Mistel nötig, daß erstens das Licht genügt, den Keimungssaft auszulösen; daß es ferner genügt, den Keimling vor dem Absterben zu schützen; daß es ausreicht, den Keimling anzuregen, daß er sich negativ heliotrop richte; endlich, daß das Licht der Wurzel nicht mehr genügt, zu ergrünen und glatte Oberhaut zu bilden.

In der Natur ist hiefür gesorgt, da die Wurzel unter einer Haftscheibe, die sich durch die Be-

rührung mit der Unterlage bildet und mit Papillen anpreßt, in ein nicht durchsichtiges Medium eindringt. Nur in diesem wachsen primäre Senker wie Rindenwurzeln weiter und lösen das Rindenparenchym der Wirtspflanze mit den Papillen ihrer Spitze auf. In den künstlichen Versuchen, bei denen die Wurzelspitze nicht in ein Medium eindrang, fehlt die Ernährung und die Spitze verlängert sich nicht, sie unterliegt dauernd der Lichtwirkung und ergrünt daher. Um eine Haftscheibe ausbilden zu können, bedarf es erst eines Berührungsreizes auf fester Unterlage, dann folgt das Verkleben von Papillen mit der Unterlage. Dies ist offenbar von vornherein zwischen den Wurzelpapillen und der ohnedies auch noch elastischen, glatten Agaroberfläche nicht möglich, weshalb wohl die Keimlinge auf Agar gar keine Versuche zur Haftscheibenbildung machten.



Birnmistel links auf Birne, rechts auf Apfel. (Nach Heinricher.)

Die letzten Aussaaten erfolgten am 15. April 1909 und keimten etwa im Mai. Diese Kulturen mit üppigen, grünen Mistelkeimlingen waren im Januar 1912 noch völlig rein und gesund. Das ganze Wachstum aller Keimlinge ist nur auf die Wurzel beschränkt, eine Veränderung an der Vegetationsspitze und ein Versuch zur Blattbildung tritt nicht ein. Diese beginnt ja auch in der Natur immer erst nach erfolgter Einwurzlung des Keimlings. Dagegen zeigten auch diese Versuche die zwiespältige Gabelung der Sprossen, eine sehr charakteristische Eigentümlichkeit der Mistel.

Die Frage nach den Rassen und der Rassenbildung der Mistel ist experimentell von Prof. Dr. E. Heinricher untersucht worden.*) Es gibt bei der Mistel verschiedene, für das Auge nicht zu unterscheidende Rassen, die aber doch hinsichtlich ihrer Ernährung einer bestimmten Pflanzenspezies oder wenigen nahe verwandten angepaßt und dadurch unfähig geworden sind, andere Wirtspflanzen zu befallen, obwohl auf ihnen Angehörige der gleichen Art, aber von anderer Rasse schmarotzen. Nadelbaum- und Laubholzmistel sind schon als solche verschiedene Rassen beschrieben. Heinricher säte bei jedem Versuch eine bestimmte Anzahl von Mistelbeeren auf die Zweige des Baumes, dessen Infektionsfähigkeit geprüft werden sollte, und stets die gleiche Anzahl auf die ursprüngliche Wirtspflanze, um das Angehen auf der gewohnten und auf der neuen Gehölzart vergleichen zu können.

*) Zentralbl. für Bakteriologie. II. Abt., Bd. 31: Referat von H. Fischer in Naturw. Wochenschr. XI, Nr. 10.

Die wohl am längsten und genauesten bekannte Kiefermistel läßt sich von der gemeinen Kiefer ohne weiteres auf die Schwarzkiefer (Pinus austriaca) übertragen, auf der sie sogar noch besser als auf der ersteren keimte und anwuchs. Ganz gefeit (immun) gegen die Kiefernmistel sind aber schon die Edeltanne und die Rottanne oder Fichte, auf denen die etwa auskeimenden Samen früher oder später sämtlich zu Grunde gehen. In der freien Natur dürfte übrigens bisweilen doch ein Übergang von der Kiefer zur Fichte vorkommen. Ebenso spezialisiert ist die Tannenmistel von der heimischen Edeltanne; sie geht vortrefflich auf die von der Küste des Schwarzen Meeres stammende Abies Nordmanniana, erhält sich aber, trotz anfänglicher Keimung, nicht auf Kiefer oder Fichte. Auch auf Laubholz (Apfel, Linde, Schwarzpappel) ließ sie sich nicht übertragen.

Die Lindenmistel wurde auf Roßkastanie, Hasel, Schwarzpappel, Bergahorn und Birnbaum ausgesät, gedieh aber nur auf dem sehr geeigneten Haselstrauch. Auf dem ausgiebig befallenen Ahorn ließ die weitere Entwicklung der Pflänzchen stark nach, der Übergang der Mistel auf Roßkastanie und Pappel ist sichtlich erschwert. v. Tubeuf hat auch beobachtet, daß die Ahornmistel nicht auf Nadelhölzern und auf Buche, Birke, Eberesche, Erle, Weide und Götterbaum (Ailanthus) gedeihen wollte.

Merkwürdig und interessant ist das Verhalten der Mistel von Apfel- und Birnbaum. Letzterer scheint bis zu einem gewissen Grade immun zu sein, denn in jedem Falle, ob nun die Mistelsamen auf einem Apfel- oder Birnbaum gereift waren, keimten sie auf Apfel besser als auf Birne; die auf Birne gereiften Samen aber keimten wieder stets in geringerem Prozentsatz als die vom Apfelbaum. Dem entsprach auch die Lebensenergie der Keimpflanzen, die, vom Birnbaum stammend, doch auf ihm weit schwächere Entwicklung als auf Apfelbaum zeigten.

Daß die Mistel in der beschriebenen Weise Rassen bildet, entspricht der Beobachtung H. Fischers, daß die Misteln in bestimmten Gegenden oft ziemlich genau auf eine Baumart beschränkt sind oder doch auf einer bestimmten Art ziemlich häufig erscheinen. So ist in der nächsten Umgebung Breslaus die Mistel ganz besonders auf Pappeln verbreitet, bei Bonn zeigte sie sich wiederholt auf Apfelbäumen, von denen an der Besitzung „Rosenburg“ eine ganze Plantage sehr stark befallen war.

Diese angepaßten Rassen scheinen einen interessanten Beleg für die „Vererbung erworbener Eigenschaften“ zu geben; aber es scheint doch wohl nur so; denn es ist fraglich, ob es sich dabei wirklich um eine echte Vererbung handelt. Entscheiden könnte darüber vielleicht ein von Prof. Heinricher selbst angeregter Kreuzungsversuch etwa

zwischen einer Nadelholz- und einer Laubholzmistel, ein Versuch, der bei der strengen Trennung der Mistel in männliche und weibliche Pflanzen nicht allzu schwierig wäre. Falls die Bastardierung Samen ergäbe, lägen hier zwei, vielleicht auch drei Möglichkeiten vor. Erstens könnte eine wirkliche Zwischenform, physiologischer Art, herauskommen, die den beiderlei Wirtspflanzen gleich gut angepaßt wäre. Zweitens könnte in der Kreuzung die eine Anpassungseigenart über die von der anderen Seite dominieren, so daß der Nachwuchs einseitig die eine Wirtspflanze, Laub- oder Nadelholz, bevorzugte, gleichgültig, ob Nadelholzmistel mit Laubholzmistel oder umgekehrt bestäubt worden ist. Drittens könnte aber die Bastardgeneration immer dem Wirt angepaßt sein, auf dem die weibliche Pflanze gesessen hat. In diesem Falle läge gar keine eigentliche Vererbung vor, sondern eine konstitutionelle Beeinflussung der Samen durch die samentragende Mutterpflanze. Das oben geschilderte Verhalten der Birnmistel, die durch diesen ihren Wirt so offenbar geschwächt wird, läßt diese dritte Möglichkeit als recht wahrscheinlich erscheinen, nämlich die Möglichkeit, daß bestimmte Stoffe, ohne die Keimsubstanzen zu berühren, aus der Mutterpflanze in die Samen übergehen und deren weiteres Verhalten wesentlich beeinflussen. Beweisen können hier nur Versuche.

In einer schönen Arbeit, „Beiträge zur Ökologie (Biologie) der insektivoren Pflanzen" prüft Dr. Günter Schmid*) von neuem die Frage, welchen Wert die Fähigkeit, Insekten zu verdauen, für die damit begabten Pflanzen hat.

Im allgemeinen ist der Gedanke sehr verbreitet, die insektivoren Pflanzen seien allein auf den Stickstoff der Insektenbeute angewiesen, und nur darin sei der Sinn der Insektivorie zu suchen. Nur wenige Botaniker wiesen darauf hin, daß hiebei auch andere wertvolle Aschenstoffe bezogen werden dürften, und Stahl betonte in einer Arbeit über die Wurzelpilzbildung eindringlich, daß die insektenverdauenden Pflanzen einer sehr vielseitigen Ernährung bedürften. Stets war auch unklar, wie sehr die Insektivoren die tierische Beute auszunutzen im stande seien, ob nicht etwa die Erfüllung des Stickstoffbedürfnisses in zweiter Linie auch die Ausnutzung anderer, immerhin wertvoller Stoffe nach sich ziehen müsse.

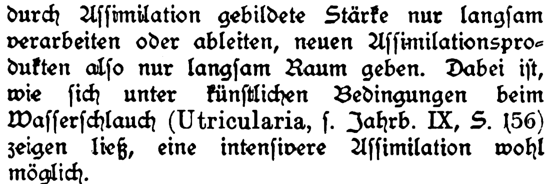
Alle diese Punkte zieht Dr. Schmid bei seiner Untersuchung in Betracht und kommt zu folgenden Hauptergebnissen:

Das Wurzelsystem und die Einrichtungen der Transpiration sind beim rundblättrigen Sonnentau nicht hinreichend ausgebildet, um der Pflanze an ihren typischen Standorten die genügende Menge Bodennährstoffe zu übermitteln.

Das Assimilationsgewebe ist bei allen Insektivoren in mehr oder minder ausgeprägtem Maße primitiv ausgebildet, was eine Beziehung zur Insektivorie wahrscheinlich macht.

Alle untersuchten Insektivoren (Sonnentau, Fettkraut, Dionäa, Darlingtonia) weisen insofern eine geringe Assimilationstätigkeit auf, als sie die

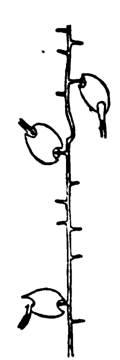
*) Flora (Allgem. bot. Zeitung). Neue Folge, 4. Bd., 4. Heft.


durch Assimilation gebildete Stärke nur langsam verarbeiten oder ableiten, neuen Assimilationsprodukten also nur langsam Raum geben. Dabei ist, wie sich unter künstlichen Bedingungen beim Wasserschlauch (Utricularia, s. Jahrb. IX, S. 156) zeigen ließ, eine intensivere Assimilation wohl möglich.

Verdauung und Aufnahme von Insektennahrung bewirken eine sichtlich schnellere Verarbeitung der Stärke, also mittelbar eine Erhöhung der Assimilationstätigkeit der Pflanze. Diese schnellere Verarbeitung der Stärke in den Blättern der Insektivoren bei Fütterung hat wahrscheinlich ihre Ursache in der Zufuhr von mineralischen Elementen.

Stärke, Glykogen, Fette und Fettsäure können vom Sonnentau nicht verdaut werden und sind ohne Nutzen bei der Ernährung der Pflanze auf dem Wege der Drüsen.

Die Reizerscheinungen, die verschiedene Stoffe hervorrufen, lassen keine Schlüsse auf ihre Bedeutung für die Ernährung zu. Unter natürlichen Verhältnissen kommen nur stickstoffhaltige Körper als Reizmittel der Drüsen in Frage. Sie bewirken das Einsetzen der Verdauungstätigkeit, mit der gleichzeitig andere mineralische Elemente aufgenommen werden, die in demselben Maße ein Bedürfnis der Pflanze befriedigen. Der Sonnentau empfängt aus der Insektennahrung neben Stickstoff eine verhältnismäßig große Menge Phosphor und Kalium und gewinnt auf diese Art Elemente, die seinem mineralarmen Nährboden (Hochmoor, Torfstich, Heide) mangeln.


Tiere fangender Pilz. (Zoophagus.)

Einen Tiere fangenden Pilz, neu nach Genus und Spezies (Zoophagus insidians), hat H. Sommerstorff*) in einem Tümpel bei Gratwein in Steiermark und in einem Bassin des botanischen Gartens in Graz entdeckt. Er fand ihn spärlich zwischen Cladophora-Algen, teils frei, teils sie epiphytisch in langen Windungen umschlingend. Obwohl nur das Myzel und die Kurzhyphen des Pilzes bekannt sind, glaubt der Entdecker, ihn zu den Phykomyzeten (Gruppe der Algenpilze) rechnen zu dürfen. An manchen Kurzhyphen des Myzels hängen gefangene, entweder schon tote oder im Absterben begriffene Rädertierchen, die manchmal noch heftig mit dem Schwanze schlagen, sich bisweilen auch noch befreien, meist aber nach kurzer Zeit bewegungslos werden. Der Fang geschieht normalerweise so, daß das Rädertierchen die Spitze der Kurzhyphe in die Mundöffnung bekommt, worauf die Hyphe sehr schnell in das Innere des Tieres hineinwächst. Dann bildet sich ein aus Schläuchen bestehendes Saugorgan, das die Aufsaugung des Rotatorienkörpers herbeiführt. Die resorbierte Nahrung dient zu weiterem vegetativen Aufbau der Langhyphen. Beim Fang größerer Rädertierchen zeigt sich in den Ästen des Saugorgans auch Plasma. Die durch diese größeren Tierchen (z. B. Salpina) hindurchwachsenden

*) Österr. bot. Zeitschr. Bd. 61, Heft 10.

Schläuche samt ihren Verzweigungen sind aber von dem vegetativen Myzel des Pilzes durch ihr doppelt so weites Lumen, durch Krümmung und Verästelung völlig verschieden. Vielleicht handelt es sich hiebei um einen Fortbildungsvorgang. An den Kurzhyphen wird eine schleimige Substanz gebildet, und die Reizung der Hyphe hängt jedenfalls mit der besonderen Beschaffenheit der Mundöffnung der Tiere zusammen. Der merkwürdige Pilz ist kein reiner Fäulnispilz (Saprophyt), da er wie eine Alge in reinem Wasser lebt; doch die langen Myzelstücke, die gänzlich frei von Tieren sind, zeigen an, daß die saprophytische Ernährung nicht verloren gegangen ist.

Zu den Pflanzen des tropischen Urwaldes in Südostasien gehört ein *Farn* von ungemein üppiger Entwicklung, Angiopteris evecta Hoffm., dessen eigentümliche Vermehrungsweise durch Dr. *van Leeuwen* beschrieben wird.*) Die Pflanze, eine der häufigeren Erscheinungen des Urwaldes, gehört mit den Alsophila-Arten zu den Riesenfarnen. Gewöhnlich findet man sie in tiefen, feuchten Schluchten des Gebirges in der Nähe von Bächen oder kleinen Flüssen, in 700 bis 1800 Meter Höhe.

Der fast kugelige Stamm kann bis zu 0·7 Meter hoch werden; äußerlich ist von ihm, dem Rhizom, nichts sichtbar, da er gänzlich von den basalen Blatteilen bedeckt ist. An der Spitze trägt das Rhizom sechs bis zehn riesige gefiederte Blätter, die bis zu vier Meter Länge erreichen. Sie bestehen aus einem etwa armdicken Blattstiel und der zwei bis dreifach gefiederten Blattspreite. Der Stiel selbst besteht auch wiederum aus zwei Teilen, einem größeren, stielrunden, etwa fünf Zentimeter dicken, und der kürzeren Basis, die auf 20 Zentimeter Länge stark angeschwollen ist und beiderseits ein zum Teil fleischiges Nebenblatt trägt. Beide Blatteile haben eine ungleiche Lebensdauer. Blattstiel und Blattspreite leben gewöhnlich nicht länger als zwei bis drei Jahre, verwelken dann und fallen ab, nachdem sich zwischen Blattstiel und Stielbasis eine verkorkte Trennungsschicht gebildet hat. Die Blattstielbasis mit den beiden Nebenblättern bleibt aber noch Jahre lang mit dem Rhizom verbunden, um endlich auch abzufallen. Daß sie noch lange mit der Pflanze verbunden bleibt, geht daraus hervor, daß man die abgefallenen Stücke erst unter sehr großen Pflanzen findet. Diese abgefallenen, meist von einer Humusschicht überdeckten Teile lassen sich der Gestalt nach am besten mit Pferdehufen vergleichen. Sie können von ihrem Lagerplatz bei der Pflanze auch vom Regenwasser fortgerissen und zu Tal geführt werden.

Diese Blattstielbasen bilden nun oft Adventivknospen, die sich zu Pflänzchen entwickeln, so daß hiedurch die Verbreitung dieser interessanten Farne sehr gefördert wird. Außer diesem Entwicklungsmodus besitzt die Pflanze auch noch die Fähigkeit, sich auf geschlechtliche Weise zu vermehren, und ihre Prothallien sind längst bekannt.

Die Hauptbedeutung der so lange an der Pflanze haftenden Blattstielbasis beruht wohl darin, daß sie als Nahrungsreservoir dient, in dem ein großer Teil der von den Blättern gebildeten Stärke aufgespeichert wird. Außerdem bildet sie die Adventivknospen, und zwar an lange vorher genau bestimmter Stelle, nämlich an den Ecken, wo die Nebenblätter mit ihren Rändern in die Blattbasis übergehen. Da dies an zwei Stellen der Fall ist und jede Basis zwei Nebenblätter trägt, so muß sie also vier solche Stellen besitzen, und das ist auch tatsächlich der Fall. Aber wenn auch die Knospen längst schon angelegt sind, bevor sich die Blattstielbasis von der Mutterpflanze trennt, bilden sie sich doch nur selten alle vier aus; gewöhnlich entwickelt sich im Walde nur eine. Das geschieht bald nachdem die Blattbasis von der Pflanze abgefallen ist. Die jungen, wachsenden Knospenteile drücken das Gewebe der Basis nach oben und außen, und bald nachher sieht man braune Blattschuppen zum Vorschein kommen, die nichts anderes sind als eine Blattbasis mit den zwei Nebenblättern. Im Innern bilden sich die ersten Wurzelanlagen. Wenn die Knospen deutlich sichtbar geworden sind, zeigen sie Eiform und bestehen aus einem kurzen Rhizom, das mittels eines Stielchens mit der alten Blattbasis verbunden ist. Das junge Rhizom ist völlig von den großen braunen Blattschuppen bedeckt. Diese werden allmählich größer und liegen sehr eng und fest aneinander. Erst wenn die Knospe etwa Pflaumengröße erreicht hat, entwickelt sich das erste Blatt. Die Entwicklung der Knospen geht ziemlich langsam vor sich. Eine große Blattstielbasis, die Dr. *van Leeuwen* Anfang Juni in feuchtes Torfmoos setzte und die eine Knospe von einigen Millimetern Größe besaß, zeigte sechs Monate später die Knospe erst zu 15 Millimeter herangewachsen. Sind die ersten Blätter zum Vorschein gekommen, so folgen die anderen etwas schneller; doch bleibt das Wachstum dieser kleinen Pflanzen immer noch langsam.

*) Annales du jardin bot. de Buitenzorg, vol. X, 2. part.

Atavismen.

Die sogenannten Atavismen, Rückschläge zum Ahnentypus des betreffenden Wesens, hat Prof. Dr. H. *Potonié* im Pflanzenreich seit geraumer Zeit zum Gegenstand seines besonderen Studiums gemacht.*) Er forschte einerseits nach pathologischen Erscheinungen, die mit atavistischen Momenten verknüpft sind, und zeigt anderseits, wie Atavismen durch schnelles Wachstum bedingt sein können.

Im Gefolge pathologischer (störender) *Einflüsse treten gern atavistische Erscheinungen auf*, d. h. Erscheinungen, die die Neigung haben, Formverhältnisse der Vorfahrenreihe des betreffenden Lebewesens mehr oder weniger genau zu wiederholen. Diese Regel, die er schon früher begründet hat, belegt Prof. *Potonié* mit einer Anzahl neuer Beispiele. Wird bei der zweihäusigen weißen Lichtnelke die weibliche Pflanze von einem Brandpilz (Ustilago antherarum) befallen oder mit ihm künstlich angesteckt, so löst der Pilz, dessen Sporen nur in den Staubbeuteln zur Ausbildung kommen, die Bil-

*) Naturw. Wochenschr. XI, Nr. 18 und 38.



dung von Staubblättern aus, die in den weiblichen Blüten gelegentlich nur als sehr unscheinbare Höcker angedeutet sind. Diese Höcker sind demnach als rudimentäre Staubblätter aufzufassen; es liegt darin die Annahme, daß die Vorfahren der genannten Art zweigeschlechtige Blüten gehabt haben, und das wird durch die nächsten Verwandten unseres Melandryum unterstützt, die allgemein zweigeschlechtige Blüten besitzen.

Die Pflanzengruppen, deren Blüten in Köpfen oder Körbchen stehen (Kompositen, Dipsazeen u. a.), sind aus verschiedenen Gründen abzuleiten von Arten, bei denen doldige Blütenstände vorhanden, die einzelnen Blüten deshalb gestielt waren oder diese Stiele wiederum Döldchen oder Köpfchen trugen. Bei Infektionen der Köpfe kopfblütiger Pflanzen (z. B. durch Eriophyes-Arten) findet man nun die Köpfe nicht selten in Dolden aufgelöst, so bei Skabiose, zweijährigem Pippau (Crepis biennis) u. a., wobei dann noch die Blüten mißbildet (meist vergrünt) sind.

Der wilde Rosmarin (Andromeda polifolia) bildet, von einem Pilz befallen, an Stelle seiner schmalen und der Länge nach eingerollten Blätter auffällig viel breitere Blätter, woraus man ohne weiteres auf Vorfahren mit breiteren Blättern schließen kann. Gewisse Farne bilden infolge der Einwirkung eines parasitischen Pilzes auf den Wedeln hexenbesenartige, stiftförmige, oft auch geweihartig verästelte Auswüchse, deren Bau sich überraschend ähnlich in den Aphlebien einiger heutiger tropischer und gewisser fossiler Farne wiederholt, und deren Funktion jedenfalls mit dem Jugendzustand der Wedel zusammenhängt. Diese schmalzerschlitzten Spreiten finden sich typisch bei der Gattung Rhodea, die zu den geologisch allerältesten Farnen gehört.

Eine schöne Stütze für den oben wiederholten Satz Prof. Potoniés bilden die Versuche von Peyritsch, der künstlich eine Anzahl Pflanzen mit dem Phytoptus-Pilz infiziert hat und unter seinen Abweichungen eine erwähnt, welche die obige Regel trefflich erläutert. Bei neun Versuchen mit Kreuzblütlern war das Auftreten von Stützblättern der einen oder anderen Art sehr bemerkenswert. Das ist von hohem Interesse; denn die Morphologen haben das Fehlen der Deck- oder Stützblätter in den Blütenständer der Kruziferen mit Recht als abort aufgefaßt, was, in die Sprache der Deszendenztheorie übersetzt, folgendes bedeutet: bei den Vorfahren der Kruziferen waren Deckblätter durchweg vorhanden, sind aber im Verlauf der Generationen bei den meisten Arten verschwunden. Nun treten durch eine Phytoptus-Infektion bei Arten, die normal keine Deckblätter haben, solche wieder in Erscheinung.

Die „Nebenblätter" der Laubblätter sind morphologisch umgewandelte Teile der Hauptspreite, z. B. morphogenetisch umgewandelte Basalfiedern. Pathologische Zustände, z. B. die Infektion von Blättern der Zitterpappel durch eine Pilzart, können ein Auswachsen der Nebenblätter zu Laubblattspreiten zur Folge haben.

Es ließen sich noch viele Fälle für die interessante Tatsache anführen, daß wir an der Hand pathologischer Erscheinungen in die Vorfahrenwelt der betroffenen Lebewesen zurückgeführt werden. Prof. Potonié hat in seinen „Grundlinien der Pflanzenmorphologie im Lichte der Paläontologie" deren noch mehrere angeführt.*)

Ein anderer Weg, den die Natur gelegentlich einschlägt, um Atavismen hervorzubringen, ist schnelles Wachstum. Der Gedanke liegt ja nahe, daß bei relativ schnellem Wachstum der Organismus nicht die Zeit findet, das gewohnte letzte Stadium zu erreichen, sondern auf einem



Oberer Teil von Pippau mit drei normalen und zwei von Eriophyes befallenen und dadurch doldig aufgelösten Blütenköpfchen.

ontogenetisch früheren stehen bleibt und durch die kürzere zur Verfügung stehende Zeit nur in der Lage ist, ein phylogenetisch (in seiner Stammesentwicklung) früheres, aber ontogenetisch (in seiner individuellen Entwicklung) sonst üblicherweise bereits ausgemerztes Stadium zu erzeugen. Vieles Hiehergehörige kann man wenigstens so auffassen. Wo z. B. geköpfte Exemplare der Berberitze zu ihrer Lebenserhaltung schnell Stockausschläge erzeugen, treten an Stelle der Dornen, die als metamorphosierte Laubblätter angesehen werden, Laubblätter auf. Die schnell und üppig wachsenden Stockausschläge der Silberpappel, ebenso ihre Sommersprosse, sind tieflappig, was an das Vorwiegen zerteilter Blätter bei Pflanzen aus älteren geologischen Zeiten erinnert.

Oft sind es nicht nur die schnellwachsenden Stockausschläge, sondern auch die schneller als im Frühling treibenden Sommerabschnitte der Zweige, die diese abweichenden Blätter zeigen. Ein gutes Beispiel dafür sind unsere Linden. Auch bei ihnen kann man beobachten, daß sehr schnell und üppig aufwachsende Sprosse, die etwa dem Stumpf eines gefällten Baumes entspringen, gern Blätter tragen, die mehr oder minder stark gelappt sind. Die Grob- und Großzähnelung, welche die schnell-

*) 2. Aufl., Jena 1912.



wachsenden Stockausschläge zeigen, kann eben schließlich in mehr oder minder weitgehende Lappung übergehen. Nun sind aber auch oft Lindenschößlinge zu beobachten, bei denen die erstentstandenen (unteren) Blätter zwar grobzähnig, aber doch ganz sind, während die spitzenständigen (Sommer-)Blätter dieser Sprosse an langen Internodien gelappt sind. Dies ist hier besonders deshalb interessant, weil bekanntlich bei den Linden auch die Primärblätter (Samenblätter, Kotyledonen) auffällig gelappt sind und dadurch ebenfalls auf Vorfahren mit gelappten Blättern hinweisen.

Diesen gelappten Blättern der Linde ähneln außerordentlich die Blätter der Tiliazee Sparmannia africana, der „Zimmerlinde". Es liegt deshalb nahe anzunehmen, daß Sparmannia dem Vorfahrentypus nähersteht als Tilia. Allerdings bringt die Zimmerlinde auch rein eiförmige, d. h. typisch lindenblattförmige Blätter hervor, es wären demnach vorher noch die Keimblätter usw. zu untersuchen. Die Lindenvarietäten mit durchweg gelappten bis geteilten Blättern (T. asplenifolia, variifolia) würden hienach als Jugendformen ähnlich den konstant gewordenen Jugendformen gewisser Zypressenartigen anzusehen sein.

Während die langsam wachsenden Frühjahrssprosse die normalen Blätter tragen, zeigen die Sommersproßstücke oft, namentlich dann, wenn durch günstige Witterung das Wachstum beschleunigt wurde, die Blätter der Urform. Falls nach der Fertigstellung des Frühjahrssprosses eine Ruheperiode im Wachstum eintritt und aus neu gebildeten Knospen dann um Johanni herum ein neues Auswachsen beginnt, die Bildung sogenannter „Johannistriebe", so kann man an diesen auch eine Art Rückschlag beobachten, wobei zu beachten ist, daß die bei den Johannistrieben vorhergehende Knospenruhe ganz kurz ist im Vergleich zu der langen Winterruhe der Knospen, welche die Frühjahrssprosse erzeugen. An einer Anzahl weiterer Beispiele wird gezeigt, daß das Auftreten großflächiger, ungeteilter Blattspreiten im ganzen erst eine Errungenschaft im Verlaufe der Entwicklung der Pflanzenwelt darstellt. Je tiefer wir in den geologischen Formationen in die Vorzeit hinabsteigen, um so schmaler resp. zerteilter und kleinfiederiger sind im allgemeinen die uns überkommenen Blattreste, eine Tatsache, die, soweit Landpflanzen in Betracht kommen, so gedeutet werden könnte, daß die Regengüsse in früheren Erdperioden im großen und ganzen stärker gewesen sind als heute.

Sieht man sich z. B. die Vorfahren der merkwürdigen japanischen heiligen Fächertanne (Gingko biloba) an, zunächst des Tertiärs, dann der Kreidezeit, der Juraperiode, d. h. nur, soweit es sich um sichere Gingkoreste handelt, so sieht man, daß die Blattlappen der Gingkovorfahren von den jüngeren Formationen beginnend und zu den älteren herabsteigend im ganzen immer schmaler werden. Dem entspricht die Form der Blätter an den Frühjahrssprossen (Kurztrieben) und den Sommersprossen (Langtrieben) der gegenwärtigen Fächertanne. Sind letztere aus erst im Frühjahr gebildeten Knospen entstanden, so besitzen sie, ganz wie es die Regel verlangt, nur gelappte und geteilte Blätter, die nun mit Rücksicht auf unsere Kenntnis der Gingko biloba-Vorfahren als mit einem atavistischen Moment behaftet erkannt werden gegenüber den langsam und aus einer geruhten Knospe erwachsenen, jedenfalls nicht so stark gelappten und geteilten Blättern.

Aus der Tierwelt.

(Zoologie.)

Urwaldleben * Aus der Säugetierwelt * Unsere gefiederten Freunde * Im Reich der Fische * Aus dem Insektenleben * Eine Welt im Uhrglas.

Urwaldleben.

Zu den interessantesten Teilexpeditionen der großen, von Adolf Friedrich, Herzog zu Mecklenburg, geführten Zentralafrika-Expedition 1910/11 gehört die Reise von Dr. A. Schultze, dem Zoologen, und Dr. J. Mildbraed, dem Botaniker der Reisegesellschaft, durch Deutsch-Kongo und Südkamerun.*) Die Reiseroute bewegte sich größtenteils durch den zentralafrikanischen Urwald, die Hyläa, von der Dr. Schultze folgende Beschreibung gibt:

Es ist eigentümlich, wie schwer geographische Irrtümer auszurotten sind, wenn sie einmal die Genehmigung wissenschaftlicher Kreise gefunden haben. Einer dieser Irrtümer ist die mehr oder weniger deutlich ausgesprochene Behauptung, daß für die afrikanischen Tropen das Fehlen jener großartigen Waldungen charakteristisch sei, die in unseren Vorstellungen von den Flußniederungen des nördlichen Südamerika und des malaiischen Archipels nicht zu trennen sind.

Dennoch existiert in Afrika ein Urwald, der an Ausdehnung und Art der Zusammensetzung nur noch in der großen südamerikanischen Hyläa ein Seitenstück hat, der reich ist an Formen wie diese, der eine sinnverwirrende Fülle von Lianen, Farnen und, abgesehen von schönblühenden Formen, auch Epiphyten*) hat wie diese, dazu aber noch die Rotangpalmen der malaiischen Region; dessen

*) Vom Kongo zum Niger und Nil. II. Bd., Kap. 19 bis 24. Leipzig 1912.

*) Auf Bäumen wachsende, aber nicht schmarotzende Überpflanzen.



Baumriesen an Höhe der Stämme und Abenteuerlichkeit der Wurzelbildung nicht zurückstehen hinter denen irgendwelcher anderen Tropenwaldungen; dessen Raphiapalmen in der Länge der Wedel*) keine andere Palme der Welt auch nur annähernd erreicht: kurz ein Wald, der in höchstem Maße alles das in sich vereinigt, was wir uns unter tropischer Fülle und Üppigkeit vorstellen.

Diese afrikanische Hyläa, von welcher der Stanley bekannt gewordene Urwald nur ein Stück ist, erstreckt sich ununterbrochen als eine in der Breite von 300 bis 1000 Kilometer wechselnde Zone von der Kamerun- und Gabunküste bis zum großen zentralafrikanischen Graben. Trotz dieses Zusammenhanges zeigt sie dem aufmerksamen Beobachter einen fortwährenden Wechsel, der sogar Formationen bringt, welche ganz die majestätische Ruhe unserer nordischen Waldungen atmen, dabei aber unendlich viel großartiger sind.

Wenn man auf willkürlich durchgeschlagenem Waldpfade in ihr vorwärtsdringt, präsentiert sich die afrikanische Hyläa ganz anders, als sie dem Reisenden vom Dampfer aus erscheint. An den Ufern der Flüsse sind ja die Bedingungen für die Pflanzenwelt fast immer dieselben, und es zeigt sich, wenn man von jungem Kulturland absieht, stets nur die trotz allem Großartigen einförmige, das Auge ermüdende Ufervegetation. — Die Erfahrung machten unsere beiden Forscher zunächst, indem sie im Dampfboot den Kongo stromaufwärts bis zur Mündung des Ssanga fuhren, in den Djah, einen Nebenfluß des von ihnen bis Wesso benutzten Ssanga, einbogen und so am 9. November den deutschen Zollposten Molundu unweit der Mündung des Bumba in den Djah erreichten (unter 2° nördl. Br.). Von Molundu aus traten sie den Marsch durch den Urwald in ungefähr nördlicher Richtung an, indem sie immer in geraumer Entfernung vom Bumba blieben. Nachdem sie in ungefähr 4° nördl. Br. den Kadei, einen anderen Nebenfluß des Ssanga, erreicht hatten, traten sie den Rückmarsch an, der sie durch den Urwald teils nördlich, teils südlich vom 3. Breitengrade nach Kribi an der Küste Kameruns zurückführte. Im folgenden soll einiges aus den zoologischen Erlebnissen Dr. Schultzes berichtet werden.

Die Reisenden waren in Molundu gegen Ende der langdauernden Überschwemmungsperiode angekommen. Die Natur erwachte, das zeigte nicht nur der Blütenflor vieler Bäume, sondern das neuerwachte Treiben der Insekten, das in den Tropen stets das Ende einer Ruheperiode — sei es Regen- oder Trockenzeit — anzeigt. Bei einer auffallenden Armut an Arten zeigte sich großer Individuenreichtum. Schillernde Bock- und Prachtkäfer umschwirrten die entlaubten Äste gefallener Bäume und funkelten in der Sonne wie Smaragde. In förmlichen Wolken umschwärmten kleine, schwarzbraune Schmetterlinge (Libythea labdaka) die Landungsplätze am Wasser und andere feuchte Stellen, benutzten selbst den Körper des Menschen als Ruhestätte und ließen sich, große dunkle Flecken bildend, am Boden nieder. Ein anderer Schmetterling, die weiße Cymothoe caenis, bot ein seltenes, den Heuschreckenschwärmen der Steppe vergleichbares Naturschauspiel. Ein lediglich aus Männchen bestehender Zug dieses Falters flog am Vormittag des 12. November, von Osten kommend, über den Stationshügel, setzte über den Fluß und verschwand auf dem anderen Ufer im Wald. Der Schwarm, der zeitweise den Eindruck eines mäßig starken Schneegestöbers hervorrief, begann um 9 Uhr, wurde gegen Mittag schwächer und hörte mit dem letzten Nachzügler um 1 Uhr auf.

Weit unangenehmer als diese harmlose, schnell vorübergehende Invasion war ein Massenbesuch der bissigen Treiberameisen, die in Armeen von Milliarden herbeizogen und nur mit Hilfe von Petroleum, Naphthalin und Feuer in Schranken zu halten waren.

Wie an allen Stellen im Urwald, wo weite Lichtungen, Pflanzungen und Dorfanlagen das ewige Einerlei unterbrechen, gab sich auch bei Molundu die ganze bunte Vogelwelt des Waldes ein Stelldichein: Große Nashornvögel, fünf oder sechs Arten, flogen von Krone zu Krone, Papageien von mannigfacher Färbung und grüne Fruchttauben plünderten die wilden Feigenbäume, und Schwärme fröhlich zwitschernder Bienenfresser umkreisten in schwalbenartigem Flug die hohen Klainedoxen. Durch das Unterholz schlüpften bunte Würger, und die großen scharlachroten Blütenkelche der Spathodea waren umworben von metallschimmernden Nektarinien, den reizendsten Vertretern der afrikanischen Ornis. Die Zweige einer Kickxia waren dicht behangen mit Webervogelnestern und schimmerten manchmal gelb vom Gefieder ihrer lärmenden Bewohner.

Von allen Tieren fallen im Urwald die Säugetiere am wenigsten ins Auge. Nicht daß sie gar so selten wären; aber sie sind durch den Wald mit seinen vielfachen Unterschlupfmöglichkeiten so gut gegen Sicht geschützt, daß selbst die eingeborenen Jägervölker Mühe haben, sich an sie heranzupirschen. Gerade das interessanteste Haarwild kann nur im Urwald beschlichen werden. In ihm bildet, wenigstens bei Molundu, das durch seine Monotonie für den Botoniker so schreckliche Krautunterholz von Phrynium und anderen ingwerartigen Gewächsen ein nahezu kellerdunkles, muffiges Dickicht; bestenfalls bringen die stachligen Strunke riesiger Raphiapalmen etwas Abwechslung. Eine stille Gesellschaft haust hier, ein kleines, seltenes Moschustier im Unterholz, verschlafene Halbaffen, die im dichtesten Geäst wohnen und erst des Nachts zusammen mit dem Baumschliefer ihre klagende Stimme hören lassen, und seltsame Flugeichhörnchen. Es laufen viel Gerüchte über sonderbare Tiere dieses Waldes um, und wenn hier auch, wie das Beispiel des erst seit kurzer Zeit bekannten Okapi gezeigt hat, noch mancherlei der Entdeckung harren mag, so bedarf doch alles, was man hört, sorgfältiger Prüfung.

So vor allem die Gerüchte über das weitaus interessanteste Stück Wild dieses Gebietes, den gewaltigen Gorilla, den finsteren Einsiedler dieser

*) Auf eine für den längsten Wedel in Aussicht gestellte Prämie brachten die Träger Dr. Schultze solche von 17 bis 20 m Länge!



melancholischen Waldeinsamkeiten. Überall in Dörfern hört man Geschichten von seinem merkwürdigen Gebaren, von Kämpfen, die der Mensch mit ihm ausgefochten, von Überfällen auf einsame Wanderer; Wahres und Erzeugnisse einer aufgeregten Phantasie bunt durcheinander. Man sieht aber der lebhaften Einbildungskraft manches nach, wenn man die in den Dörfern hie und da als kostbare Trophäe aufbewahrten Schädel dieser Waldmenschen mit dem furchtbaren Raubtiergebiß erblickt. Die mit großer Zähigkeit aufrecht erhaltene Behauptung der Kongostämme, daß der Gorilla Weiber raube, ist wohl in das Reich der Fabel zu verweisen. Aber noch vieles anderes wird von allen Völkern Südkameruns übereinstimmend und so drastisch geschildert, daß es an Glaubwürdigkeit sehr gewinnt.

Alter Tschego (Schimpanse).
Aus Adolf Friedrich, Herzog zu Mecklenburg. Vom Kongo zum Niger und Nil. 2 Bde. Verlag F. A. Brockhaus, Leipzig.

Danach bevorzugt der Gorilla vor allen anderen Plätzen Dickichte von Aframomum, dessen rote Früchte seine Hauptnahrung bilden. Er bewegt sich fast immer nur am Boden, verschmäht auch die Benutzung der von Menschen angelegten Wege nicht und wird deshalb verhältnismäßig oft gesehen. Über den vielumstrittenen Nesterbau gingen die Ansichten der Schwarzen auseinander. Dieser scheint, wie beim Schimpansen, je nach den Neigungen der verschiedenen Individuen verschieden zu sein. Nur die Weibchen und Jungen scheinen in mäßiger Höhe dicht am Stamm niedriger Unterholzbäume in einer Astgabelung eine Art von Lager aus belaubten Zweigen anzulegen, und auch das nur unter besonderen Verhältnissen. Die Männchen sollen stets am Boden lagern, vielfach mit dem Rücken gegen einen dicken Stamm gelehnt, immer aber auf einer Lage aus Blättern. Dies fand Dr. Schultze auf dem Marsch zur Küste bestätigt. In einem über sieben Meter hohen Aframomumdickicht machte ihn der Führer auf sehr merkwürdige Spuren des Gorilla aufmerksam. An einer Stelle waren die langen Aframomumgerten geknickt und zu einem bettartigen Lager niedergebogen, das außerdem mit anderen Zweigen bestreut war. Die charakteristische Losung des Gorilla, die um dieses Lager herum bemerkbar war, schloß jeden Zweifel darüber aus, wem die Errichtung dieses primitiven Lagers zu danken war. Der kundige Führer behauptete, daß der Gorilla auf solchen „Sofas" in der Rückenlage ruhe. Daß die großen Menschenaffen ganz in der Nähe sein mußten, erfuhr der Reisende noch in der folgenden Nacht. Ein furchtbares Gebrüll, das an den Bergwänden schauerlich widerhallte, weckte ihn aus tiefem Schlafe, und auch diesmal, wie schon früher bei gleichem Lärm, wurde ihm der Bescheid, daß der Lärm von Gorillas herrühre.

Bei der Besteigung des Djukun, eines durch die zahlreichen ihn bewohnenden Schimpansen weit und breit berühmten Gipfels im Urwalde, hörte Dr. Schultze das Gebrüll dieser Anthropomorphen überall, ohne jedoch einen von ihnen zu Gesicht zu bekommen. Dagegen konnte er feststellen, daß sich im Walde ein Nest dieser Affen neben dem anderen befand, so daß es fast den Anschein hatte, als ob diesen klugen Tieren das Nesterbauen Spaß mache. Außer den sonst allgemein üblichen Nestern, d. h. Haufen abgerissener Zweige in einer Astgabel, fand er auch eines, das auf den Kronen dreier zusammengebogener Bäumchen errichtet war, die in einem Dreieck standen. Die Fähigkeit, eine so günstig stehende Baumgruppe gleich langer und starker Stämmchen ausfindig zu



machen und praktisch deren Schnittpunkt zu konstrieren, verrät hohe Intelligenz und einen fast mathematischen Blick. Dies war kein Erzeugnis des Instinkts wie die Nester der Vögel; beim Bau dieser Nester hatte Überlegung mitgesprochen, die von Fall zu Fall den Verhältnissen entsprechend handelt, die etwas Individuelles hat und einer der vielen Beweise dafür ist, wie viel näher die Menschenaffen und besonders der Schimpanse dem Herrn der Schöpfung stehen als alle anderen Tiere.

Bei einem längeren Aufenthalte in dem Urwalddorfe Nukuduma brachten die Jäger der Expedition eines Tages einen mächtigen Tschego (Schimpanse) angeschleppt. Es war ein altes Männchen mit ganz demselben bestialischen Ausdruck, wie er dem erwachsenen Gorilla eigen ist. Auch dieser Tschego, bei dem sofort die weißgraue Behaarung des Rückens auffiel, mochte ebenso wie sein größerer Vetter im Leben kein zu verachtender Gegner gewesen sein. Sein Fleisch brachte eine angenehme Abwechslung in den Küchenzettel der Schwarzen, die aus diesem Grunde auch die keineswegs ungefährliche Gorillajagd ausüben; denn alle Urwaldneger schätzen das Fleisch dieser Affen hoch, das, wie Dr. Schultzes N'dzimu-Träger mehrfach gestanden, im Geschmack dem des Menschen ähneln soll. Für die Gefährlichkeit der Gorillajagd erzählt der Reisende mehrere Beispiele.

Die kleineren meerkatzenartigen Affen und der schöne schwarze Colobus mit dem prächtigen, weißen Seidenbehang der Schultern und des Schweifes traten in dem Sumpfwald um Molundu viel häufiger in Erscheinung als ihre großen Verwandten, überhaupt häufiger als alle anderen Säugetiere, da sie durch ihre tollkühnen Sätze von Baum zu Baum und das dadurch veranlaßte Rauschen im Gezweig viel leichter bemerkt werden, wenn auch immer nur auf kurze Augenblicke. Im allgemeinen ist aber der im Flußgebiet gelegene Überschwemmungswald kein dankbares Sammelgebiet, weder für den Botaniker noch für den Zoologen.

Mit dem Ablaufen des Wassers in der Umgebung von Molundu näherten sich auch die Elefanten wieder dem Flusse und ihnen folgten aus dem Dunkel des Urwaldes die Ebayegga oder Bayea, wie die Pygmäen sich selbst nennen, oder Bomanyok, Elefantenjäger, nach der Bezeichnung der Kongovölker. Der Pygmäe heftet sich, worauf dieser Name schon hindeutet, dauernd an die Fährten der Elefanten und wandert mit diesen planlos im Urwald hin und her. Es gelang Dr. Schultze ziemlich schnell, das Mißtrauen der kleinen Leute zu zerstreuen, er freundete sich mit ihnen an, und sah nun wirklich das Pygmäenvolk vor sich, wie es in seinen Vorstellungen gelebt hatte: kleine, untersetzte, muskulöse Männer und winzige Weiber von gelbbrauner Hautfarbe mit großen, weit auseinanderstehenden Augen unter buschigen Brauen, gewohnt, das Dunkel des Urwaldes zu durchdringen, Leute mit großen fleischigen Nasen und sehr langen Armen. Ihre einzige Jagdwaffe ist der große Stoßspeer. Mit ihm gehen sie, von einer außerordentlichen Gewandtheit und Körperkraft, Kaltblütigkeit und Geistesgegenwart unterstützt, dem Elefanten zu Leibe; sie jagen ihm aus allernächster Nähe das mächtige Eisenblatt in die Weichteile und folgen dem weidwunden Tiere dann so lange, bis es zusammenbricht. Niemals verwendet der Südkameruner Bayegga, soweit er von anderen Völkern unbeeinflußt geblieben ist, zur Jagd Bogen und Pfeil oder eine der anderen sonst angewandten Jagdmethoden, niemals stellt er Fallen auf oder legt er Fallgruben an — schon aus Mangel an Zeit nicht. Auch Jagdnetze, wie es sonst allgemein üblich ist, verwendet er nicht. Die einzige Ausnahme macht die Jagd auf Perlhühner, die mit kleinen Schlagfallen gefangen werden, und die Jagd auf das in weitläufigen Erdbauten lebende Schuppentier, „Pilika", das ausgeräuchert wird (s. Abb. Sp. 242).

Beim weiteren Marsche nordwärts, der sich bis an die Grenzen des Graslandes und zu den dort beginnenden Sudanstämmen erstreckte, blieb der Urwald, abgesehen von der reichen Insektenfauna, tierarm. Nur dem Gehör wurde die Anwesenheit großer Tiere wahrnehmbar. Nachts drang ein furchtbarer Lärm ins Lager, halb zorniges Gebell, halb Brüllen, das nach der ernsthaften Versicherung von Dr. Schultzes Leuten von kämpfenden Gorillas herrühren sollte. Von Nukaduma aus wurde der Weg nach Westen angetreten. Hier hörte der Reisende von dem Leiter des Djah-Postens, dem Gouvernementsgärtner Rappe, von einem höchst merkwürdigen Tiere, das von den Eingeborenen „Böng-Böng" genannt würde, außerordentlich selten und zudem schwer zu sehen sei. Vermöge seiner ungewöhnlichen Kraft sei es sogar im stande, den Leoparden zu töten. Tatsächlich hatte Rappe nicht weit von der Niederlassung einen von einem anderen Tiere geschlagenen Leoparden gefunden, der nach der Behauptung der Eingeborenen vom „Böng-Böng" getötet sein sollte. Vergebens wurde herumgeraten, wer dieses Tier sein könnte, bis endlich der weitgereiste Undene, einer von Dr. Schultzes Negern, gefragt wurde und, ohne sich zu besinnen, meinte: „Massa, Böng-Böng be Bule-name for lion!" (Herr, Böng-Böng ist bei den Bule der Name für Löwe.)

Die Angabe, daß der Löwe, ein ausgesprochenes Steppentier, sich hier im Urwald aufhalte, und zwar als Wechselwild, das sich im dichtesten Unterholz aufhielte und allen anderen Tieren, denen er gewachsen sei, nachstelle, bestätigte sich später. Einige Wochen darauf schilderten die Schwarzen dem Reisenden ein gleiches Tier, das allnächtlich in den Felsen des N'kol-Owöng ein furchtbares Gebrüll hören lasse. Auffallend war an diesen Schilderungen die Hervorhebung der dichten Mähne des „Böng-Böng", da die nächste bekannte Löwenform, die des Sudan, ja gerade durch besonders schwache Ausbildung dieses Schmuckes kenntlich ist. Noch etwas später teilte der Leiter der Station Kampo brieflich mit, daß die bösen Geister, die das Gebirge von Kampo bewohnen sollen, Löwen seien. Damit war ein hochinteressantes Problem gegeben, dessen völlige Lösung unserem Reisenden allerdings der Mangel an Zeit verbot; denn dieses unzugängliche Gebirge schien für ein so großes Raubtier das Hundertfache an Unterschlupfmöglichkeiten zu bieten gegenüber dem, was die Uferwälder der Steppe in dieser Hinsicht gewähren können.

Außer dem Löwen gab es bis in die Nähe der Küste noch Büffel, Elefanten und Gorillas als Großwild. Unter den Insekten zeichneten sich die zahllosen Glossinen, die Mückenart, zu der die Tsetsefliege gehört, durch unerhörte Aufdringlichkeit aus.

Dem Urwaldgürtel, der die Landgebiete beiderseits des Äquators bedeckt, gehört auch der größte Teil der deutschen Besitzungen im Stillen Ozean an, so auch die Marianen, wenngleich hier der Urwald zu Gunsten des Plantagenbaues schon ziemlich gelichtet ist. Einiges über die höhere Tierwelt der Marianen berichtet der Kaiserl. Regierungsarzt auf Saipan, Dr. med. Schnee.*)

Obwohl unter dem 15° n. Br. gelegen, zeigt Saipan, die Hauptinsel der Marianengruppe, ein tropisches Klima, das dem der Karolineninseln sehr ähnlich bleibt, indem auch hier bedeutende Regenmengen niedergehen, wie das bei Inseln inmitten eines so gewaltigen Meeres nicht Wunder nehmen kann. Die Jahreszeiten sind zwar auf Saipan schon schärfer ausgeprägt, jedoch nicht in der Art, daß sie etwa auf die Tier- und Pflanzenwelt irgendwie von Einfluß sein könnten. Was im folgenden von Saipan berichtet wird, paßt naturgemäß auch auf die anderen Marianen und dürfte im großen Ganzen auch auf die Karolinen Anwendung finden.

Saipan ist eine im Umriß etwa an die Fledermaus erinnernde, 120 Quadratkilometer große Insel, von Kalkgebirgen durchzogen, die sich bis 466 Meter erheben. Nach Westen zu hat sich ein angeschwemmtes Vorland gebildet, die östliche Breitseite fällt dagegen steil ab.

Säugetiere gab es hier ursprünglich nicht. Die einzigen Vertreter dieser Klasse, die vor dem Menschen anwesend waren, sind Fledermäuse, die, von Insel zu Insel wandernd, selbst weite, trennende Meere überfliegen, die für andere Geschöpfe eine unüberwindliche Schranke bilden. Merkwürdigerweise hat auch eine kleine, insektenfressende Art (Emballonura semicaudata) die Insel erreicht, vielleicht nicht ausschließlich im Fluge, sondern mit Benutzung von schwimmenden Bäumen und anderen Transportmitteln. Der hier lebende fliegende Hund oder „fanihi“, wie ihn die Eingeborenen nennen (Pteropus keraudreni), ist ein stattliches Geschöpf, das gegen ein Meter zu klaftern vermag. Der gewaltigen Flugkraft entspricht seine weite Verbreitung, indem sich die Art von den Palau- bis zu den Fidschi-Inseln hin findet. Die auf Samoa lebende, dort „manu-langi“, d. h. Himmelsvogel genannte Art steht ihm sehr nahe, was ja auf deutsch nichts anderes heißt als: beide Formen sind bereits lange genug voneinander isoliert, um sich abändern zu können.

Am häufigsten bemerkt man die fanihi in mondhellen Nächten, wenn diese riesigen „Nachtvögel“ lautlos wie gespenstische Schatten über die Kronen der Fruchtbäume dahinsegeln. Ihr rattenartiges Piepsen vernimmt man auch am Tage, wo sie schlaftrunken an den Ästen hängen. Die Nahrung der fliegenden Hunde besteht aus Früchten, besonders der zahllosen Guaven (Pisidium guajava), die hier als ein gräuliches Unkraut auftreten, ferner aus Brotfrüchten und der an eine riesige Ananas erinnernden Drupa der Schraubenpalmen oder Pandaneen. Natürlich verschmähen sie auch die eingeführten Anonen, Bananen und andere Fruchtbäume nicht.

Obwohl Pteropus nicht in solcher Menge vorkommt, daß der von ihm angerichtete Schaden merklich fühlbar würde, stellen ihm die Eingeborenen doch eifrig nach, da sein Fleisch für einen vorzüglichen Leckerbissen gilt. Mit Hilfe eines großen, am Ende einer langen Stange befestigten Netzes wird der schlaftrunkene Flederhund leicht vom Äste losgerissen und in einem Korbe geborgen. Die Beute wird in der Haut gekocht und auch so verzehrt. Sie schmeckt nach Moschus, das Fleisch ähnelt im Geschmack dem Hühnerfleisch, und die Leber ist nach Dr. Schnee geradezu ein Leckerbissen.

Auf der Marianeninsel Guam ist eine importierte Hirschart, Cervus mariannus Desm., durch ihre Häufigkeit bereits zu einer Art Landplage geworden. Durch einen ehemaligen Gouverneur der Gruppe zwischen 1771 und 1774 von den Philippinen eingeführt, ist der Hirsch im deutschen Teile des Archipels auf Rota bereits häufig, von dort wurde er nach Saipan übergeführt, wo die Tiere jedoch noch nicht erlegt werden dürfen, während sie auf dem amerikanischen Guam bereits von den Chamorro gejagt werden. Das Geweih ist dreisprossig, sehr kräftig entwickelt, unten auffallend stark und meist von guter Perlung, die Entfernung vom Rosenkranz bis zur Spitze beträgt in gerader Richtung etwa 35 Zentimeter.

Ratten und Mäuse fehlen selbstverständlich auf Saipan nicht. Die Wälder werden belebt von verwilderten Rindern und namentlich Schweinen, welch letztere von den Chamorro mit Hunden gejagt oder in Schlingen gefangen werden. Auf dem Nachbareiland Tinian (92 Quadratkilometer) gab es früher größere, auf 2000 bis 3000 Stück geschätzte Herden wilder Rinder; diese sind jedoch, seit die Jagd dort gewerbsmäßig zur Bereitung von Trockenfleisch usw. betrieben wird, recht gelichtet. Dagegen sind ganz sonderbar hochbeinige, langrüsselige Schweine noch häufig, und eine besonders bergige Ecke der Insel wird von Ziegen bewohnt. Ferner gibt es auch eine große und eine kleine Rasse sogenannter Wildhunde. Alle diese heute völlig frei lebenden Geschöpfe stammen noch aus der spanischen Periode von Haustieren her, die sich auf der lange Zeit unbewohnten Insel Tinian ungestört vermehrt haben.

Unter den Landvögeln fallen in erster Linie die überall gegenwärtigen, durch ihr charakteristisches Geschrei sich bemerkbar machenden Eisvögel auf. Abweichend von ihren deutschen Verwandten sind sie dem Wasser abhold und erwerben ihre Beute nur auf dem Trockenen. Einen großen Teil ihrer Nahrung bilden wohl die zahlreichen Heuschrecken der Insel, ferner die von ihnen mit Vorliebe verzehrten Eidechsen. Dennoch sind sie nicht durchaus nützliche Tiere; denn auf Küchlein sind sie z. B. äußerst erpicht, und anderen jungen Vögeln gegenüber dürften sie kaum weniger blutdürstig sein. In der Nähe der Wohnungen müssen sie deshalb unbedingt abgeschossen werden, falls Hühnerzucht

*) Zeitschr. für Naturw. 82. Bd., 6. Heft. Jan. 1912.



getrieben werden soll. Bei allen Räubereien geht der Eisvogel, wie Dr. Schnee an mehreren Beispielen zeigt, ebenso geschickt wie energisch vor. Der gewaltige, keilförmige Stoßschnabel mit seiner breiten Wurzel und den gerade verlaufenden Seitenrändern des Oberkiefers bildet nicht nur eine gefährliche Waffe, die dem Beschauer bereits im ersten Augenblick imponiert, sondern er ist auch ganz geeignet, eine Beute, und wenn es eine stahlglatte Eidechse wäre, zu fassen und sicher festzuhalten. Die verbreitetste Art ist Halcyon saurophagus, eine von den Molukken bis zu den Salomonen hin lebende Spezies, in deren Färbung Weiß und Blau vorwiegt.

Im schärfsten Gegensatz zu dieser üblen Sippe steht ein reizendes, sperlingsartiges Vöglein, der Chichirika der Eingeborenen, das sich durch sein zutrauliches Wesen eines jeden Zuneigung gewinnt. Es ist ein kleiner Fliegenschnäpper, der Fächerschwanz-Fliegenschnäpper (Rhipidura uraniae); Hals und Körper sind rötlichbraun, der Kopf und der Rücken dagegen dunkel gefärbt. Einige weiße Querbinden auf den Flügeln und je ein auffallender weißer Fleck am Ende der schwarzen Schwanzfedern bilden seinen Hauptschmuck. Das Tierchen hat die Gewohnheit, jeden, der in seine Nähe kommt, ein Weilchen zu begleiten, wobei es sich in kurzen Zwischenräumen auf einem Aste niederläßt, seinen Schwanz wie einen Fächer entfaltet und höchst sonderbare Bewegungen ausführt. Es erinnert so an einen Pfau im kleinen, und wenn die Färbungen seines Rades auch nur einfach sind, so wirkt doch das lichte Weiß am Rande des schwarzen Miniaturfächers, inmitten des Laubgrünen, sein Auf- und Zuklappen im Verein mit den zierlichen Bewegungen des munteren Vögleins ungemein niedlich. Leider läßt seine Zutraulichkeit diesen Fliegenfänger nur zu oft herumstreichenden Katzen oder Ratten zur Beute fallen.

Im Jahre 1904 ausgesetzte Perlhühner haben sich auf der Insel gut vermehrt. Einige Eingeborene halten zahme Tauben, daneben finden sich mehrere wilde Vertreter einer nahestehenden Familie, die man als Fruchttauben bezeichnet. Sie sind, im Gegensatz zu den echten Tauben, vor allem durch ihren starken, geschwollenen, kurzen Schnabel und das vorwaltend grüne Gefieder gekennzeichnet. Eine derartige, vor etwa sieben Jahren von den Palauinseln hieher gebrachte große Taube der Art mit schwarzen Flügeln scheint sich gut vermehrt zu haben.

Von den einheimischen Fruchttauben dürfte Ptilopus roseicapillus Less. die schönste sein; sie steht der samoanischen Fruchttaube sehr nahe. Die beiden Geschlechter sind gleich gefärbt, das Gefieder ist grün, der Scheitelpurpur rot, die Unterseite gelb und orange gefärbt; auf der Brust stehen gleichfalls einige Purpurflecke. Die Eingeborenen nennen sie tot-tot und stellen ihr wie den anderen Arten eifrig nach. Die Tiere können mit dem bereits erwähnten Fanihinetz gefangen werden, indem man auf schmalen Pfaden die Anfliegenden einfach zu Boden schlägt. Ihre Nahrung besteht aus allerhand Früchten, besonders jenen des Ilang-Ilangbaumes, der als Lieferant eines beliebten Parfüms bekannt ist, des Cestrum, des Piod- und des Lemoncito-Strauches. Cestrum ist eine Solanazee (Nachtschattengewächs), aus deren zarten, weißen Blütenröhrchen sich eiförmige Beeren von der Größe einer wilden Kirsche entwickeln, deren Samen von den Tauben offenbar über das ganze Eiland hin verschleppt sind. Lemoncito ist ein naher Verwandter unseres Zitronenbaumes, seine kleinen, orangefarbigen Früchte tragen starke, grüne Dornen. Piod (Himenia americana), ein zur Familie der Olazineen gehörendes, weit verbreitetes Tropengewächs, trägt eiförmige, kleine Früchte, deren Kern mandelartig angenehm riecht und im Geschmack etwas an Birne erinnert.

Eine der schon früher importierten, anscheinen von den Philippinen stammende Taubenarten ist die paluma-halom tano, d. h. die Waldtaube der hiesigen Chamorro. Dr. Schnee hält sie für identisch mit der auf Guam häufig vorkommenden Turtur dussumieri. Von ihr rühren die einem schmelzenden „Du . . . du . . .“ gleichenden Laute her, die allabendlich das Ohr erfreuen.

Äußerst merkwürdig ist das Vorkommen eines Großfußhuhnes (Megapodius), das in der Savanne ein sehr verborgenes Leben führt. Diese bekanntlich durch starke Entwicklung der Füße ausgezeichneten Vögel scharren große Haufen von Laub zusammen, in welche sie ihre großen Eier ablegen, die dann durch die Wärme der verwesenden Stoffe ausgebrütet werden. Eine nahestehende Art des Bismarck-Archipels vergräbt ihre Eier sogar in den warmen, vulkanischen Sand der Feuerspeier. Diese Hühner sind hinsichtlich der Brutweise also auf der Stufe der Reptilien stehen geblieben. Jedenfalls verlassen die gereiften Jungen, ohne ihre Eltern kennen gelernt zu haben, nach einiger Zeit den natürlichen Brutofen und laufen davon, um ein Leben auf eigene Faust zu beginnen. Die auf Saipan lebende Art (Megapodius laperousi) ist braun, der Kopf grau, eine nackte Stelle desselben ist rot gefärbt, Schnabel und Füße sind gelb. Der breite Schwanz ist zehnfedrig, während er bei den beiden anderen Gattungen nur acht Federn und eine dachförmige Gestalt hat. Die Eingeborenen verstehen den „Sasengat“ mit Schlingen zu fangen. Da das Fleisch aber hart ist, wird das Huhn meist in Ruhe gelassen; die großen grünlichen Eier aber sind sehr geschätzt.

Auf dem stark bevölkerten, in amerikanischen Besitz befindlichen Guam ist das Tier offenbar seit lange ausgerottet, auf den deutschen Inseln kommt es aber wohl noch überall vor. Sein Vorkommen ist indessen nicht auf die Marianen beschränkt, sondern erstreckt sich bis nach den Palau-Inseln, woraus man vielleicht schließen darf, daß beide Inselgruppen zur Tertiärzeit eine zusammenhängende Landmasse gebildet haben.

Für diese Ansicht ist auch das Vorkommen einer kleinen, blauschwarzen, metallisch glänzenden Wurmschlange von Wichtigkeit. Sie lebt mit den Regenwürmern zusammen unter Balken, vermoderndem Laub und an ähnlichen Plätzen. Für den Laien gleicht sie einem Regenwurm derart, daß die Eingeborenen von schwarzen und weißen Regenwürmern sprechen, also keinen Unterschied zwischen

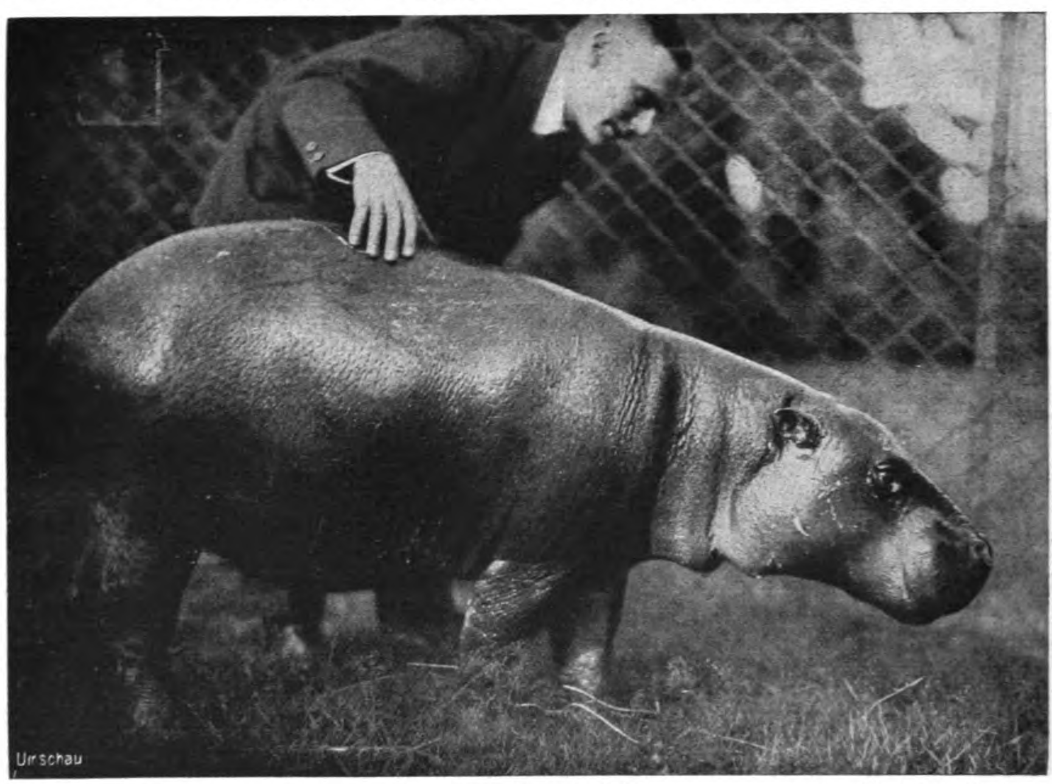


Reptil und Wurm machen. Die Muskelkraft dieser etwa fingerlangen Schlänglein ist erstaunlich. Da sie ausgesprochene Bodentiere sind, so ergibt sich aus ihrem Vorkommen, daß die Marianen früher Teile eines Festlandes waren.

Kleine Eidechsen, insbesondere das in der Südsee so weit verbreitete Lygosoma cyanurum, sind häufig, ebenso verschiedene Geckos. Alle machen sich als halbe Haustiere durch das Wegfangen von Fliegen, Mücken, Motten und ähnlichem Ungeziefer nützlich.

Im Gegensatz zu ihnen ist der gegen Armlänge erreichende Waran (Varanus indicus) ein höchst übler Gesell, indem er neben dem „Sihig" den Hauptgeflügelfeind aus der Klasse der Reptilien bildet. Die mächtige Echse ist eigentlich ein schönes Tier, das infolge der großen, goldgerandeten Augen einen entschieden energischen Eindruck macht. Sein Kostüm ist bunt und besteht aus zahlreichen lebhaft gelben Tupfen, die sich wirkungsvoll von dem schwarzen Untergrunde abheben. Die Färbung ist somit recht auffallend. Sobald man aber etwas weiter zurücktritt, macht sich sofort ein grünlicher Schimmer bemerkbar, der, aus noch weiterer Entfernung gesehen, stark genug ist, das rasch dahinlaufende Tier derart zu verdecken, daß es sich vom Untergrund kaum noch abhebt.

Als Nistgelegenheit für die Hennen pflegt man auf den Marianen zwischen etwa meterhoch befestigten Querstäben Körbe aus Kokosblättern aufzuhängen und mit Laub zu füllen. Die Warane bohren sich mit ihrem spitzen Kopf in den Korbboden ein, drängen das Geflecht allmählich auseinander und holen die Eier unter der brütenden Henne fort. Ebenso sehr wie auf Eier sind die Warane auf junge Vögel erpicht, sie scheinen hier die Nesträuber par excellence zu sein. Die Hunde hegen einen außerordentlichen Haß gegen sie und scheuen weder ihre spitzen Zähne noch die sehr scharfen Krallen, wenn es gilt, einen dieser ihrer Erbfeinde unschädlich zu machen. — Amphibien und Süßwasserfische gibt es auf Saipan nicht.



Liberianisches Zwergflußpferd. Phot. Th. Reimers, Hamburg.

Aus der Säugetierwelt.

Im folgenden sei über eine Anzahl interessanter, weniger bekannter oder gar von der Ausrottung bedrohter Säugetiere berichtet. Afrika, das Eldorado der Großtierwelt, macht mit Fug und Recht auch hier den Anfang.

Über lebende liberianische Zwergflußpferde in Karl Hagenbecks Tierpark in Stellingen berichtet Oskar de Beaux, wissenschaftlicher Assistent daselbst.*) Wir verdanken die Tiere der Energie des Afrikareisenden Hans Schomburgk. Zum Vergleich der beiden Flußpferdarten standen de Beaux zur Verfügung fünf Exemplare der Zwergart (Choeropsis liberiensis) und zwei gewöhnliche Flußpferde (Hippopotamus amphibius). Die ersteren waren ein ganz alter Bulle, zwei beinahe erwachsene Männchen und ein etwa zweijähriges Pärchen.

Über Freileben und Fang des Zwergflußpferdes läßt sich zunächst folgendes sagen: Choeropsis ist ein einsam lebendes, lichtscheues Waldtier, das

*) Zoolog. Anzeiger 1912, Nr. 8/9; Umschau 1912, Nr. 37.



hauptsächlich nachts auf Nahrung ausgeht. Es lebt nicht in größeren Gesellschaften und sucht Schutz gegen die Feinde nicht im Tauchen, sondern in der Flucht; daher ist es auch ein flinker und geschickter Läufer und Springer. Es hält nicht bestimmte Wechsel und Schlafplätze inne, sondern erstreckt sein Wohngebiet über ein großes Gebiet, womit natürlich nicht ausgeschlossen ist, daß es nach Tagen einen alten Weg oder einen alten Schlafplatz wieder benutzt. Letzteren bilden in der Hauptsache wohl selbst gegrabene Löcher. Der Name „Flußpferd" für das Tier kann nur sehr bedingt gelten, da ihm der Aufenthalt an größeren Gewässern offenbar nicht behagt. Schomburgk versichert, daß er das Tier nie in Sümpfen gesehen habe. Zum Stillen des Durstes und zum Baden werden ihm also ausschließlich klare Waldbäche dienen. Seine Schnelligkeit in Verbindung mit den Schwierigkeiten, die der Urwald dem Auge und dem Fuße des Menschen bereitet, macht die Jagd auf das Zwergflußpferd ziemlich ergebnislos. Die Hagenbeckschen Exemplare fingen sich in Fallgruben, von denen nicht weniger als zweihundert auf einem ungeheuer ausgedehnten und schwierigen Terrain angelegt wurden. Bei ihrer Ankunft in Stellingen hatten sie zunächst ein großes Bedürfnis zu baden und verblieben einige Stunden im Wasser. Danach nahmen sie allerlei Untersuchungen ihres neuen Heims vor, stellten sich hiebei oft beinahe senkrecht gegen die Wand oder das Gitter auf und benutzten dazu geschickt ihre Vorderbeine. Ihr Naturell ist bis auf einige der Gattung Hippopotamus im allgemeinen eigene Unzuverlässigkeiten von Anfang an äußerst friedfertig gewesen. Ein lautes, wieherndes Brüllen existiert unter den bisher von ihnen ausgestoßenen Tönen nicht. Ihr Grunzen erinnert an das Knarren einer schnell hin und her geworfenen verrosteten Tür. Wenn sie unmutig werden, wetzen sie die Fangzähne gegen einander und bringen dadurch einen kurzen, schrill pfeifenden Ton hervor. In der Wut fauchen und prusten sie kurz auf.

Das Äußere des Zwergflußpferdes weist beträchtliche Unterschiede gegen das seines größeren Vetters auf. Es verdient, mit ihm verglichen, wohl die Bezeichnung eines Zwerges, denn selbst alte Bullen werden nur 1·80 Meter lang und erreichen ein Gewicht von etwa 150 bis 200 Kilogramm, während das gewöhnliche Flußpferd über vier Meter lang wird und 2500 Kilogramm wiegen kann.

Das liberianische Flußpferd ist weniger plump gebaut und hat höhere, kräftigere Beine, sowie schmälere Füße mit längeren Mittelzehen, entsprechend seiner Lebensweise als Waldtier. Am abweichendsten von den Formen des gewöhnlichen Flußpferdes sind Kopf und Schwanz. Der Kopf hat eine vierkantige Form und ein leicht gewölbtes Profil. Die Augen sitzen nicht auf weit hervortretenden Ringen, sondern gut im Kopfe drin, und die Nasenlöcher öffnen sich nicht wie beim gewöhnlichen Flußpferde auf hohen Hügeln nach oben, sondern sind endständig. Der Schwanz ist mit einer ansehnlichen Borstenquaste geschmückt.

Die äußere Haut ist bedeutend glatter und zarter als bei amphibius. Eine nur scheinbare Körnelung der Haut ist durch die außerordentlich große Schweißabsonderung bedingt; die Schweißtropfen sitzen nämlich oft allenthalben einige Millimeter voneinander entfernt und geben der Haut ein unebenes Ansehen. Die Körperfarbe ist bedeutend dunkler als die übrigens sehr wechselnde Farbe des gewöhnlichen Flußpferdes. Sie ist ein Gemisch von Braun, dunklem Schiefergrau und gelblichem Olivengrün, am dunkelsten auf Stirn, Nasenrücken und Beinen; der Bauch ist nicht heller als die Oberseite.

Der sogenannte „Wasserelefant", über den schon einmal berichtet wurde, ist neuerdings von seinem Entdecker, dem französischen Kongoreisenden Le Petit, dem Engländer R. J. Cunningham gegenüber näher geschildert worden. Le Petit sah im Juni 1907 bei einer Bootsfahrt auf dem Kongo einen Gegenstand im Wasser, den er anfänglich für einen treibenden Ast hielt. Aber seine Begleiter belehrten ihn, daß er einen Ngoko na Maiyi, einen „Elefanten des Wassers", vor sich habe, und zur Bestätigung seiner Lebendigkeit verschwand der vermeintliche Ast plötzlich in den Fluten. Nach Angabe der Eingeborenen hält sich das Tier wie das Flußpferd tagsüber im Wasser auf. Kurz darauf glückte es Le Petit, in dem Sumpfgebiet zwischen dem Leopold II.-See und dem Tumba-See, im sogenannten Lukenyidistrikt, ein Rudel dieser Wasserelefanten in etwa 400 Schritt Entfernung vor sich zu sehen und die Tiere ungestört eine volle Minute lang durch sein Jagdglas zu beobachten. In dem kurzen Ufergrase weideten fünf gewaltige, an der Schulter sechs bis acht Fuß hohe Tiere, die mit keinem lebenden Wesen der Erde zu verwechseln waren. Der gestreckte ovale Kopf trug einen etwa zwei Fuß langen Rüssel und Ohren, ähnlich denen des afrikanischen Elefanten, an den auch der gekrümmte Rücken und die Gangart der Tiere erinnerten. Der Hals war jedoch etwa doppelt so lang wie beim Elefanten und von Stoßzähnen bei keinem der Tiere etwas zu bemerken. Die Haut, dunkler gefärbt als beim Flußpferd, schien glatt und haarlos zu sein. Ein Schuß Le Petits verwundete eines der Tiere an der Schulter; die Nachsuche blieb aber trotz aller Bemühungen und ausgesetzten Belohnungen erfolglos. Die aufgefundene Fährte ähnelte mit ihren vier etwas getrennten Zehenabdrücken mehr der des Flußpferdes als der des Elefanten, war aber von beiden durch schwächeren Sohlenabdruck, also geringere Ausbildung des für die Dickhäuter so charakteristischen Klumpfußes, unterschieden. Seitdem ist von diesem Tier, sicher einem Verwandten des Elefanten, nichts wieder verlautet. (Die Umschau 1912, Nr. 34.)

Aus der großen Abteilung der Seesäugetiere liegen über drei Arten, die Mähnenrobbe, den See-Elefanten und die Klappmütze, interessante neuere Mitteilungen vor.

Die Mähnenrobbe (Otaria jubata), die mit dem Seebären und dem Seelöwen zur Familie der Ohrenrobben (Otariidae) gehört, wurde von Dr. Freih. v. Schrenck*) mehrmals an der

*) Zoolog. Beobachter 1912, Nr. 9.



Südspitze Amerikas beobachtet. Bis zu dem großen Dampfer, der etwa eine halbe Seemeile vom Lande entfernt vor Anker lag, drang dumpfes Brüllen, während die Landbrise unbekannte Gerüche herüber trug. Der helleuchtende Strandsaum war durch dunkle Stellen unterbrochen: hier lagerten große Völker von Mähnenrobben mit ihrem Nachwuchs, und zwar das eine Mal, Ende Januar 1906, in Arroyo verde am Golfo de San Matias, etwa 500 Stück in vier gleich großen Gruppen, das zweite Mal, Ende Januar 1907, am Golfo de San Jorge, drei voneinander getrennte große Völker, zusammen etwa 1000 Köpfe stark. Abseits von der großen Menge einzelne alte Männchen.

Je mehr man sich der Küste näherte, desto ohrenbetäubender wurde der Höllenlärm, desto unerträglicher und durchdringender der an den Geruch des Stinktieres erinnernde tranige Duft, der so fest haftet, daß man noch nach Tagen ständig das Mähnenrobbenparfüm wittert. Das von dem gewaltigen Chor ausgehende Konzert spottet jeder Beschreibung. Auf heisere Einatmungslaute folgen jedesmal tiefe, grollende Grundtöne. Die jungen Tiere meckern täuschend wie Ziegen und blöken genau wie Schafe.

Das seltene Schauspiel war um so imponierender, als sich unter den männlichen Robben Kolosse von 3 Meter Länge und 12 bis 16 Zentner Gewicht befanden, denen man sich ungefährdet bis auf wenige Schritte nähern konnte. Das bei den alten Männchen auf dem Rücken mähnenartig entwickelte Haar ist scharf abgesetzt. Die bei ihnen vorherrschende Farbe ist ein stumpf gelber, ins Bräunliche spielender Ton. Die nackten Flossen sind schwarz. Die Jungen zeichnet ein gleichmäßig tiefschwarzer, weicher Pelz aus.

Die mähnenlosen Weibchen stehen an Größe so zurück, daß die Männchen im stande sind, sie eine Strecke weit fortzutragen. Dadurch, daß das schöne Geschlecht in der Minderzahl vorhanden ist, erklären sich die fortwährenden erbitterten Kämpfe unter den Männchen. Ihr Kampfgebrüll dauert auch die Nacht ununterbrochen fort, und sie weisen sämtlich tiefe, klaffende Wunden auf, die durch heftige, von unten nach oben geführte Kopfbewegungen mittels der unteren Fangzähne gerissen werden. Das kluge, aber durchaus nicht freundlich blickende Auge zeigt ein merkwürdiges Farbenspiel, indem die Iris glänzendgrün schimmert, während die Bindehaut der inneren Augenwinkel rote Färbung besitzt.

Verhältnismäßig wenige große Tiere pflegen, bequem im weichen Sande gebettet, der Ruhe; man würde sie für leblos halten, wenn sie nicht atmend die Nasenlöcher öffneten und schlössen. Die Jungen liegen größtenteils in dichten Knäueln von tiefem Schlaf umfangen. Vereinzelt zeigen Gruppen junger Tiere in anmutigem Spiel, wie junge afrikanische Löwen, die ersten geistigen Regungen, wobei das Auge der Eltern wohlgefällig die drolligen Purzelbäume verfolgt. Es kommt auch vor, daß der Vater einen seiner Sprößlinge, der ihm vielleicht zu apathisch erscheint, ins Maul nimmt und in die Luft schleudert.

Die wenig rosige Laune der ganzen Masse mag damit zusammenhängen, daß die Eltern gezwungen sind, sechs Wochen nach der Geburt der Jungen an Land zu bleiben und sich vom eigenen Reservefett zu nähren. Erst nach dieser Zeit haben die Jungen genügend Kraft gewonnen, um die Brandung am Strand und den Wogenanprall in See überwinden zu können. Beim Ausweiden einer der stärksten Robben fand Dr. v. Schrenck den ganzen Verdauungskanal leer. Nur im Magen hatten ein 300 und ein 450 Gramm schwerer Stein schon längere Zeit, wie die abgeschliffenen Flächen bewiesen, über die Leere hinwegtäuschen müssen.

Leider sollte der ungestörte Genuß des Schauspiels, das die Tiere dem Forscher boten, nicht lange vergönnt bleiben. Der Mensch erwies sich auch hier wieder als eine rechte Bestie. Wer irgend Gelegenheit gefunden hatte, an Land zu kommen, Passagier erster wie dritter Klasse, Kohlenzieher wie Stewards, wetteiferten darin, ein Steinbombardement auf die wehrlosen Riesen zu eröffnen. Gehen wir über die geradezu erschütternden Szenen, die sich auf diesen ungleichen Kampfplätzen abspielten, hinweg. v. Schrencks Wunsch, daß die Robben sich doch in ihr eigentliches Element, das Wasser, zurückziehen möchten, blieb leider unerfüllt; denn sie fühlten sich durch die Liebe zu ihren Kindern, die sie nie im Stich gelassen hätten, ans Land gefesselt. Auch die Liebe zum Weibchen kann die Männchen zu wahrem Heldenmut entflammen.

Bemerkenswert erscheint, daß die Mähnenrobben, deren Lager kaum 50 Meter von der Landungsstelle entfernt lag, nicht einfach den Platz wechselten. Auf Kilometer Entfernung hätte ihnen genau derselbe Strand zur Verfügung gestanden. Vermutlich hatten aber schon ihre Vorfahren seit Jahrhunderten eben diesen Lagerplatz inne. Deshalb wurzelte wohl das Gefühl, die allein rechtmäßigen Besitzer dieses Strandes zu sein, so fest in ihnen, daß sie niemals den angestammten Besitz geräumt hätten. Die meisten Monate des Jahres hindurch suchen aber die Mähnenrobben, ebenso wie die Pinguine, ferne Jagdgründe auf.

Welche Meisterschaft im Schwimmen und Tauchen sie besitzen, zeigen sie, so oft sie aus allernächster Nähe, allerdings auch jedesmal in höchsten Grade durch die Passagiere bedroht, den Dampfer umkreisen und neugierig betrachten. Glücklicherweise hat die argentinische Regierung wenigstens der Zunft der Robbenschläger die Ausübung ihres rohen Gewerbes bis auf weiteres untersagt und sich dadurch das Anrecht auf die Dankbarkeit aller Tierfreunde erworben.

Eine zweite, der Schonung ebenfalls äußerst bedürftige Robbenart ist die Elefantenrobbe oder der See-Elefant (Macrorhinus), mit dessen Biologie Dr. A. Sokolowsky uns in einer anziehenden Schilderung bekannt macht.*) Diese riesige antarktische Robbe, die an Körpergröße das nur im hohen Norden vorkommende Walroß noch übertrifft, war zu Beginn des XIX. Jahrhunderts noch in ungeheurer Anzahl vorhanden. Weddell gibt an,

*) Prometheus 1912, Nr. 1170.



daß von der Entdeckung Süd-Georgiens durch Cook bis zum Beginn der zwanziger Jahre des vorigen Jahrhunderts, wo die Robben dort schon fast ausgerottet waren, nicht weniger als 20.000 Tonnen See-Elefantenöl gewonnen worden sein sollen. Ebenso wie in Süd-Georgien fielen sie auf den Süd-Shetland-Inseln der Vernichtung anheim, und Weddell berichtet, daß er bei einem einzigen Besuch gegen 2000 Stück habe schlagen lassen, eine Angabe, die als Beweis dafür dienen kann, in welcher ungeheuren Individuenzahl das antarktische Säugetierleben pulsiert oder pulsierte.

In früheren Zeiten hat die Elefantenrobbe ihre Verbreitung sicherlich bis nach Kamtschatka und der Beringsinsel ausgedehnt, wo Steller sie gefunden hat und beschreibt. Noch heute findet sich der See-Elefant nicht nur im Süden der Erdkugel, sondern geht bis nach Kalifornien hinauf. Allerdings handelt es sich hier um eine von der südlichen abweichende Form, die wir heute als besondere Art ansehen, was den Augen der damaligen Reisenden aber nicht auffiel. Die Unterschiede der beiden uns besonders aus Erfahrungen der Robbenschläger bekannten Arten (Macrorhinus leoninus im Süden, M. angustirostris im Norden) sind nur geringfügig. Die südliche Form scheint in ihrer ganzen Gestalt die größere zu sein, dagegen stimmen die beiden Arten in der Farbe des Felles ziemlich überein. Die kalifornischen See-Elefanten werden nach Allen in größerer Anzahl während der Monate Februar bis Juni gefunden, außer dieser Zeit ist aber an den Paarungsorten auch stets noch eine Anzahl von ihnen anwesend, z. B. auf Santa Barbara, Cerros, Guadeloupe, San Bonitos, Natividad, San Roque und Asuncion.

Vor dem Jahre 1852 waren See-Elefanten in der Nachbarschaft der Cerrosinseln außerordentlich zahlreich, aber hier und anderorts so entsetzlichen Verfolgungen und Massenabschlachtungen ausgesetzt, daß sich 1860 die Verfolgung wegen der geringen Anzahl nicht mehr lohnte. Zeitweise hielt man die kalifornische Elefantenrobbe schon für gänzlich ausgestorben. Wenn das nun auch tatsächlich noch nicht der Fall ist, so wird es sich doch bei den noch lebenden Exemplaren nur um geringe Überbleibsel der früher in zahlreichen Gesellschaften die dortigen Gewässer bevölkernden Tiere handeln.

Dem antarktischen See-Elefanten ging es nicht besser als seinem kalifornischen Verwandten. Schnöde Gewinnsucht hat auch unter ihnen Hekatomben von Opfern gefordert. Vor 60 bis 50 Jahren wurden allein an der patagonischen Küste jährlich etwa 40.000 Stück See-Elefanten erschlagen. Das Geschäft war einträglich, denn ein altes Männchen lieferte zwischen 700 und 800 Kilogramm Speck. Durch diese unsinnige Abschlachterei, die schließlich gar keinen Absatz für den Tran mehr erzielte, ist der antarktische See-Elefant ebenfalls sehr geschädigt worden.

In neuester Zeit traf die „Deutsche Tiefsee-expedition" auf den Kerguelen-Inseln mit See-Elefanten zusammen. Die Tiere lagen in grubenförmigen, von Acaena (Rosazee) ausgepolsterten Vertiefungen nahe dem Strande, um den Haarwechsel durchzumachen. Unter der Herde, von der 18 Stück erlegt wurden, befand sich nur ein ganz junges Männchen, das noch nicht die charakteristische Auszeichnung des mächtigen, erwachsenen Bullen, die rüsselartige Verlängerung der Nasengegend, aufwies.

Während der Paarungszeit, im September, werden an hundert Weibchen nur von einem Männchen bewacht, das sie an Größe mindestens um das Doppelte überbietet, da es eine Länge von 6 bis 10 Metern erreicht. Die Tiere erwehren sich ihrer Rivalen mit mächtigen Hauern und bringen sich gegenseitig schwere Wunden bei. Nach der Paarungszeit zerstreut sich die ganze Herde in See, und die Weibchen kommen erst im nächsten September wieder an Land, um ein einziges Junges zu werfen, das nach 6 bis 8 Jahren fortpflanzungsfähig wird. Im Dezember erscheinen sie dann, um apathisch, ohne Nahrung zu sich zu nehmen, den Haarwechsel durchzumachen. Geheimrat Chun, der Leiter der Expedition, fand den Magen der erlegten Tiere vollständig leer.

Die zu Lande sehr schwerfälligen und ungeschickten Tiere sind nach Angabe verschiedener Beobachter äußerst harmlos, wenigstens da, wo sie längere Zeit nicht mit dem Menschen in Berührung gekommen sind. Karl v. d. Steinen berichtet: „Gewöhnlich stierten uns die Männchen mit aufgesperrtem Rachen an, rührten sich aber nicht von der Stelle. Ein wundervoll komisches Minenspiel stand ihnen zu Gebote, wenn sie uns so in stummem Staunen fixierten und dabei unzufrieden die dicken Nasenwülste auf und nieder runzelten." Auf dem Lande bedienen sie sich zur Fortbewegung der platt aufgesetzten Hände und rutschen ächzend und mit Anstrengung auf dem Bauche weiter, so daß der Körper massenhaft alte Rißwunden zeigt. Im Wasser dagegen, wo sie ziemlich oberflächlich schwimmen, tummeln sie sich mit größter Gewandtheit.

Während die Nahrung der Walrosse neben Fischen vorwiegend aus Muscheln besteht, die sie mit den gewaltigen Hauern vom Meeresgrunde und an den Eisbergfüßen gewinnen, soll die Beute der See-Elefanten vorwiegend aus Kopffüßern und Fischen bestehen, wobei sie auch oft Steine und Tange verschlingen. Sehr viel wissen wir über die Lebensweise der südlichen See-Elefanten noch nicht, da in ihrer Heimat kein Naturvolk existiert, das sich mit ihrer Jagd beschäftigt und uns so genau über sie Auskunft geben könnte wie beispielsweise der Eskimo über das Walroß. Nach Europa kamen See-Elefanten zum erstenmal vor drei Jahren, und zwar in zwei jungen Exemplaren in den Hagenbeckschen Tierpark in Stellingen. Auffallend wirken bei ihnen die großen prachtvollen Augen; die Rüsselbildung ist bei den Männchen erst angedeutet.

Fangprämien für Seehunde sollen nach einer Nachricht vom August 1912 bedauerlicherweise für das Ostseegebiet ausgesetzt werden, angeblich weil die dortigen drei Seehundarten, die Ringelrobbe, die Kegelrobbe und der gemeine Seehund, die schlimmsten Feinde der Fischerei sind. Eine Ausrottung dieser Tiere durch diese Maßnahme wäre im höchsten Grade bedauerlich.



In der Schweiz versucht man gegenwärtig die dort seit einer Reihe von Jahren völlig ausgestorbenen **Steinböcke wieder einzubürgern.** Im Jahre 1911 wurde der Versuch gemacht, eine Steinwildkolonie im Freiberggebiet der „Grauen Hörner" im Kanton St. Gallen zu gründen.

Die Besiedlung gelangte zur Ausführung, indem Anfang Mai d. J. im Rappenloch bei der Ortschaft Weißtannen fünf von der Wildparkkommission St. Gallen gelieferte Steinböcke ausgesetzt wurden. Das Rappenloch-Älpli liegt am linken Hang des Lavtinatales, etwa 1700 Meter über dem Meere, anderthalb Stunden von Weißtannen entfernt. Nachdem die in einem Park gezüchteten Tiere anfänglich zur Gewöhnung an die neue Umgebung in einem Gehege gehalten waren, gewannen sie schon am 15. Mai die Freiheit. Sie kamen anfänglich zum Teil wieder zur Fütterung zurück, verwilderten aber bald mehr oder weniger. Wie im Frühjahr 1912 festgestellt werden konnte, hat sich die Kolonie um ein Junges vermehrt, es besteht also die Hoffnung, daß der Versuch vollständig gelingt, nachdem einige vorhergehende im Kanton Graubünden fehlgeschlagen sind. Sollte diese Erwartung sich erfüllen, so soll der gleiche Versuch auch in anderen Gegenden des Schweizer Hochgebirges, vor allem im Nationalpark im Engadin gemacht werden.

Die Kosten des Versuches mit dieser aus zwei Böcken und drei Geißen bestehenden Herde beliefen sich auf rund 1000 Franken. Sonst trifft man in den Alpen Steinwild nur noch auf italienischem Boden an den Südhängen des Monte Rosamassivs (Zoologischer Beobachter 1912, Nr. 8).

Über die Versuche, im **Taunus das Muffelwild**, dieses schöne Wildschaf der Mittelmeerinseln, anzusiedeln, berichtet **E. Andreae.***) Der Versuch des Muffelwild-Komitees, genügend Muffelwild in den verschiedenen zoologischen Gärten zusammenzukaufen, erwies sich als unausführbar, da der Nachwuchs meist schon auf Jahre hinaus vergeben war. So wurde denn das Angebot eines Ulmer Wildhändlers über fünf Stück reinrassiger, noch scheuer sardinischer Mufflons angenommen und diese kleine Herde in einem etwa 16 Morgen umfassenden Gatter am 22. Juni 1911 untergebracht. Leider gingen drei Stück ein, ein starker Widder und zwei Schafe, wahrscheinlich infolge der Reise, vielleicht auch wegen des außergewöhnlich trockenen Sommers oder des Futter- und Klimawechsels. Die Bemühungen, weitere Stücke zu beschaffen, hatten den Erfolg, daß aus dem Frankfurter und dem Berliner Zoologischen Garten je ein Lamm gestiftet wurde, die beide in das Cronberger Gatter gebracht wurden. Ferner wurden zehn Stück von dem oben erwähnten Wildhändler gekauft (zu 3700 Mark), von ihnen gelangten vier in das Cronberger Gatter, die übrigen in das Homburger, so daß im ersteren nun sechs, im letzteren acht Stück stehen. Es befinden sich gegenwärtig also vierzehn Stück Muffelwild, darunter vier Widder, im Taunus, die möglichst zeitig, sobald der Wald grün wird, in die freie Wildbahn gelassen werden *sollen.* Da einige Schafe trächtig sind, so ist auf einen Sommerzuwachs zu rechnen; die Herde dürfte also in einigen Jahren auf einen ganz ansehnlichen Bestand anwachsen.

Versuche, Muffelwild einzubürgern, stehen heute nicht mehr vereinzelt da. Es sind neuerdings solche in dem Gräflich Schaffgotschschen Revier im Riesengebirge und auf der Platte bei Wiesbaden gemacht worden. In der Göhrde (Provinz Hannover), wo seinerzeit auch dreizehn Stück eingegangen waren, hat sich ein schöner Bestand an Muffelwild heranziehen lassen. Herr **Tesdorpf** teilte seine Beobachtungen über das Wild im Harzgeroder Gelände mit, wo es 1906 ausgesetzt worden ist. „Was ich da für Kapitalböcke gesehen habe, spottet aller Beschreibung, einfach herrlich. Dort wird im Winter Heu und Eicheln gefüttert, und das scheint dem Wilde doch besonders gut zu tun, denn die Gehörnentwicklung ist kapital! Auch die alten Gesellen sind nun wieder infolge des hohen Schnees herausgekommen. Jahrelang waren sie verschwunden und man hielt sie für ausgewandert; alle sind wieder am Platz, wo sie ausgesetzt wurden."

Es besteht ferner die Absicht, das Muffelwild noch in anderen deutschen Mittelgebirgen, z. B. in Sachsen und im Pfälzerwald, einzubürgern, und da überall Aussicht auf Erfolg vorhanden ist, werden sich die Versuche noch erheblich mehren, da feststeht, daß diese Wildart keinerlei Schaden verursacht. Es empfiehlt sich, falls zuviel Prügelei bei den Widdern entstehen sollte, die schwächeren Böcke in eine eigene Abgatterung zu sperren. Auch ist darauf zu sehen, daß der Fütterer das Wild nicht zu zahm macht, damit es später nicht Menschen annehme. Für die Taunusmufflons ist eine absolute fünfjährige Schonzeit vorgesehen.

Ein **Pferd der Völkerwanderungszeit**, in einem Reitergrab dieser Zeit in Neukölln bei Berlin im Januar 1912 gefunden, gibt Dr. M. **Hilzheimer** Gelegenheit, die Lücke in unserer Kenntnis der frühmittelalterlichen Pferde auszufüllen.*) Das Tier ist augenscheinlich an Ort und Stelle geschlachtet und so, wie es zusammengesunken, mit seinem Herrn bestattet worden.

Es handelt sich um einen etwa sechs bis acht Jahre alten Hengst. Der Hirnschädel ist, wie die Ansicht von der Stirnfläche zeigt, schief. Der Bau des Unterkiefers und die Stellung der Zähne läßt auf eine Rasse schließen, die gewöhnt war, ihr Futter auf der Weide zu suchen. Gewisse Maße des Schädels (Basilarlänge, Längenindex) machen es unwahrscheinlich, daß das Neuköllner Pferd nicht zur okzidentalen Rassengruppe gehört. Dagegen hat sein Längenindex eine große Ähnlichkeit mit einigen prähistorischen Pferden (La Tène, Auvernier u. a.). Übrigens besteht, wie Dr. **Hilzheimer** betont, zwischen Länge und Breite eines Schädels keine Beziehung, die Länge des Schädels der Pferdeartigen variiert unabhängig von der Breite. Es zeigt sich, was auch sonst für Säugetiergattungen gilt, daß die kleinere Art einen relativ größeren Hirnschädel hat als die größere. Es

*) Zoolog. Beobachter 1912, Nr. 7.

*) Zoolog. Anzeiger 1912, Nr. 4/5.



variieren auch bei Pferden wie bei den Hunden Hirnschädel und Gesichtsschädel unabhängig voneinander. Für die Bestimmung der Rasse dürfen also die Maße dieser Teile und ihr Verhältnis nicht benutzt werden.

Die Prüfung des Gliedmaßenskeletts nötigt nicht zu der Annahme, daß eine fremde Rasse eingeführt sei. Man könnte ja bei einem Pferd der Völkerwanderungszeit an östliche, asiatische Herkunft denken. Aber die asiatischen Pferde, die man verglichen hat, stehen dem vorliegenden Pferd ferner als die alteinheimischen. Die Größe und Stärke der Knochen läßt aber auf eine Verbesserung der Zucht schließen, die also seit der jüngeren Steinzeit beständig zugenommen hätte. Das Neuköllner Pferd besaß eine Widerristhöhe von 138 bis 140 Zentimeter. Eine gleiche Höhe haben auch die Schlettstädter Pferde und wahrscheinlich auch die Dachauer Moospferde. In diesen beiden Rassen sieht Hilzheimer aber Nachkommen des alten prähistorischen Pferdes der Stein- und Bronzezeit, das wahrscheinlich von dem mittleren diluvialen Wildpferd abstammt.

Nach dem Verhältnis der einzelnen Extremitätenknochen untereinander gehörte das Neuköllner Pferd zu den sogenannten Laufpferden; der Hengst war ein nach unseren Begriffen zwar etwas kleines, aber sonst wohl proportioniertes Reitpferd. Seine Zugehörigkeit zu den schon längst in Europa einheimischen Rassen kann nach dieser vergleichenden Untersuchung nicht bezweifelt werden; zu asiatischen Pferden bestehen keine engeren Beziehungen, so daß ein jüngerer Import nach dem vorliegenden Skelett nicht erweisbar ist.

Unsere gefiederten Freunde.

Rotkehlchen-Geschichten niedlichster Art erzählt nach eigenen Erlebnissen Karl Söffel.*) Wie aus dem Herzen kommend ist doch die Zuneigung der Kinder zur Tierwelt, besonders zu Vögeln; man sollte kein Kind ohne einen solchen gefiederten Freund, sei es auch nur ein Kanarienvogel, aufwachsen lassen. Wer wüßte nicht, sagt Soffel, irgend eine Geschichte zu erzählen von dem kleinen Vogel mit den großen, dunklen Frageaugen. Mir hat er es angetan seit Kindertagen her und manche frohe, manche heitere Stunde und stilles heimliches Glück nach Kämpfen und Mühen des Tages danke ich ihm. — Ich erinnere mich gut, daß ich als Quartaner, ohne böse Absicht, auch mal ein lebendes Rotkehlchen in die Klasse mitnahm. Damals — obwohl leidenschaftlicher Tierfreund — ging das Bedürfnis, Pfleglinge um mich zu haben, noch über alle sonstigen Erwägungen. Lose in der Rocktasche war das Rotbrüstel einquartiert, und ich hatte auf dem Wege zur Schule nur Sorge zu tragen, daß niemand an mich stieß. In den Pausen wollte ich den Liebling dann füttern — —! Ich ging ungern in die Schule. Ihre innere Kälte, ihre Schönheitslosigkeit tat mir weh, wenn ich das damals mir auch noch nicht klar machen konnte. So wollte ich den Herzensfreund wenigstens bei mir haben, der sollte helfen, eine mir damals schier unerträgliche Last zu tragen.

Leider entschlüpfte es der Tasche und wurde, trotz der Bitten des Knaben, vom Lehrer durch das geöffnete Fenster davongejagt. Das weckte die Rachsucht des Knaben, und der Lehrer hatte seine Hartherzigkeit reichlich zu büßen.

Ein anderes Bild aus des Verfassers wohlbesetzter Vogelstube, in der auch ein Rotkehlchen lebte, ein Hähnchen mit tiefdunkler, leuchtend roter Brust, frech, aber nicht gerade zahm. Kam Soffel zum Füttern mit der großen Zinkplatte voll Leckerbissen in den Raum, so war er in kurzem von zutraulichen und zudringlichen Vögeln fast bedeckt. Ein kleines Heer von Erlen- und Birkenzeisigen saß auf Armen, Schultern, Kopf und stritt sich sogar um die besten Plätze auf seinem Leib. Auf dem Futterbrett ging es wild her. Bergfinken knackten Hanf und verjagten jeden schwächeren Ankömmling. Die Kornbeißer ließen sich von ihnen nicht wegekeln, ließen aber ihrerseits die Bergfinken in Ruhe. Meisen kamen blitzgeschwind an, nahmen sich Körner, Kleiber klammerten sich am Rand fest und griffen verstohlen zu. Die Amsel flog schäkernd heran und tat sich an Milchsemmel gütlich, erst wenn sie abzog, kam die Graudrossel. Um des Pflegers Füße trippelte ein Pärchen weiße Bachstelzen und wartete auf die herabfallenden Bröckchen. Ein Graufliegenfänger umflog seinen Kopf, stand auch wohl mit schwirrenden Flügeln wie angenagelt in der Luft. Das Rotkehlchen kam niemals. Wohl aber verfolgte es jeden anderen Vogel, der den Mut hatte zuzulangen, und drangsalierte ihn so lange, bis dieser ihm sein Gut überließ. Meist natürlich Insektenfresser. Die Braunelle, die sich ein wenig Rahmhaut geholt hatte, wurde überfallen und das stille Vögelchen überließ verdutzt dem wilden Kumpan die Beute und verschwand im Tannendickicht. Die Kleiber hatten bald begriffen und verschwanden später mit den ergatterten Bissen in die Nistkästen, wohin ihnen der Rotrock nicht folgen konnte. Sonst aber war schönster Friede in der bunt zusammengewürfelten Gesellschaft, und auch am Futtertisch war das Rotkehlchen liebenswürdig und ohne Neid.

Ein anderes Rotkehlchen in Soffels Vogelstube zeigte sogar altruistische Triebe: es machte sich zur Aufgabe, junge, aus dem Nest genommene Hausrotschwänze zu füttern. Jedesmal, wenn die schon großen, dunklen Vögelchen Soffel sahen, schrien und bettelten sie mit zitternden Flügeln um Atzung, und jedesmal kam besagtes Rotkehlchen und stopfte jedem der vier Ameisenpuppen und Weißquarck in den weiten Schlund. Das setzte es Wochen hindurch fort. Etwas Ähnliches ist am Rotkehlchen auch schon in der Freiheit beobachtet worden.

Ein gleichfalls freifliegendes Rotkehlchen gebärdete sich ganz närrisch, wenn ein kleiner Spiegel auf den Boden der Vogelstube gestellt wurde. Es führte sogleich wahre Tänze vor ihm auf. Interessant war die Sache deshalb, weil für gewöhnlich selten oder nie ein Tier auf das Spiegelbild reagiert. So hat Soffel z. B. niemals bei seinen vielen Hunden, Katzen, Kleinsäugern gesehen, daß sie ihr Spiegelbild notiert hätten. Beim Hund und bei

*) Zoolog. Beobachter 1912, Nr. 2.



vielen anderen Säugern mag es daher kommen, daß sie vom Spiegelbild keinerlei Witterung erhalten und damit der stärkste Anstoß zur Ideenassoziation wegfällt. Daß es nicht der Spiegel als solcher war, der den Vogel erregte, bewies einleuchtend die Tatsache, daß er, wenn er bei seinen Sprüngen und Knicksern zufällig seitlich oder hinter den Spiegel geriet, sofort stille war und höchstens das feine Pfeifen hören ließ, das unserem Vogel in der Erregung eigen ist. Auch wenn die Spiegelseite verhängt war, war keinerlei Aufregung mehr zu bemerken. Also steht doch ziemlich fest, daß er den bewegten Fleck im Spiegel erkannte, wenn er auch



Vom Schwarzspecht geschälte Birke.

vielleicht im Spiegelbilde noch nicht seinesgleichen sah. Jedenfalls haßte er sein Gegenüber nicht, berührte auch niemals die Spiegelfläche mit dem Schnabel; wohl aber fand ihn Soffel einmal mit eng anliegendem Gefieder und überlangen Beinen in äußerster Erregung vor dem Stein des Anstoßes wütend singen.

Wo unser Autor das Vögelchen auch beobachtete, es war immer das gleiche fröhlichmutige Tierchen, voll von Übermut und Laune, sprühend von Lebensfreude und Temperament. Nur am Abend wird es ein anderes. Wenn der Tag schwindet und es mit hängenden Flügeln seine süße, traumhafte Weise vor sich hinflötet und die Töne wie verloren durch die Dämmerung quellen, dann sitzt das Tierchen wie selbstvergessen auf seiner Zweigspitze, den Schnabel sanft nach oben gehalten, das Gefieder lässig angelegt. Kaum achtet es in dieser Zeit auf irgend etwas. Die Fledermaus, die am Himmel vorbeischwirrt, stört es nicht und auch das Reh nicht, das im Dickicht schreckt. Es ist dann ganz Künstler, ganz Andacht.

Von der Polizei des Waldes, den Spechten, berichtet A. Reißmann. Der Nutzen dieser Vögel überwiegt den Schaden, den sie an Waldbäumen verursachen sollen. Denn jeder Baum, der von Spechten bearbeitet wird, ist fast ohne Ausnahme krank. Besonders gilt dies von Bäumen, unter deren Rinde die Borkenkäfer (Bostrichiden) ihre minierende Tätigkeit entfalten, Fichten oder Kiefern, bei denen sie am häufigsten vorkommen und ganzen Waldbeständen oft arg mitspielen. Finden sich in solchen Beständen vereinzelte Birken, so macht sich der Borkenkäfer nicht selten auch über diese her.

Im Winter, wenn die Nahrung knapp wird, üben die Spechte ihre Haupttätigkeit an den Baumstämmen aus und schälen solche kranke Stämme so weit, wie der Umkreis der Borkenkäferansiedlung reicht. Es kommt dann vor, daß Stämme viele Meter lang von ihrer Rinde entblößt werden. Am auffälligsten treibt solche Arbeit der größte und seltenste unter den Spechten, der Schwarzspecht. Infolge seiner Größe vermag er kräftigere Schnabelhiebe zu führen und dadurch sehr große Rindenstücke herunterzuschlagen, die dann oft mehrere Quadratmeter im Umkreise herumliegen.

Da der Schwarzspecht in manchen Gegenden nur Strichvogel ist, so sucht er bei Nahrungsmangel im Winter eifrig nach Käfern, und hat er einmal einen ergiebigen Platz gefunden, so arbeitet er an einem solchen Stamm in nur ein bis zwei Tagen ganz gewaltig. Auf einer beigefügten Aufnahme sieht man eine solche Arbeitsstätte des Schwarzspechts, die an den beiden kältesten Februartagen 1912 an einer sonst recht belebten Promenade entstanden ist. Die bearbeitete Birke war ein etwa vierzigjähriger Stamm, das Schälen erfolgte auf 6 bis 7 Meter Höhe aufwärts, so daß am Stamme nur hie und da herabhängende Fetzen verblieben. Der Boden ringsumher war von Rindestücken besät (Naturw. Wochenschr. 1912, Nr. 28).

Zu dem oft erörterten Kapitel vom Alter der Tiere sei hier ein bemerkenswerter Fall angeführt. Frau Rittergutsbesitzer Fleiß in Schelecken hält einen Gänserich, der im 21. Lebensjahre steht und noch ein ganz normales Aussehen zeigt. Auch mancher andere Vogel zeigt in einem Alter, das dem Greisenstadium des Menschen entspricht, noch normale Färbung und Gestalt. Ein Gegenstück zu diesem Jugendgreis bildet die Blindschleiche, die im Hamburger naturhistorischen Museum seit 1881 gepflegt wird, ein auffällig dunkles Exemplar, das bisher regelmäßig zweimal jährlich gehäutet hat und trotz seiner 33 Jahre sich noch des besten Wohlseins erfreut.

Dem dunklen Augenstreif bei der weiblichen Schwanzmeise (Acredula caudata) kommt nach R. Biedermann-Imhoof eine biologisch sehr interessante Bedeutung zu.*) Das im Randgezweige einer Fichte kaum zwei Meter über dem Erdboden errichtete Nest besteht ziemlich ganz aus langfaserigem Moos und grünlichen Flechten nebst vereinzelten Federn; um das Schlupfloch herum befand sich ungefähr ein Dutzend ziemlich lose angebrachte Federn von 3 bis 5 Zentimetern Länge, die meisten von heller Fahnenfarbe, mehrere aber auch mit dunklen, verbreiterten Schaftstreifen. Sie dienen zum Verblenden des Ein-

*) Ornith. Monatsberichte, 20. Jahrg. (1912), Nr. 7/8.

schlupfes, ohne bei ihrer leichten Beweglichkeit den Vogel beim Durchschlüpfen zu hindern.

Diejenige Schwanzmeise, die während der Brutzeit und Aufzucht vorwiegend im Neste zu beabachten war, zeigte einen sehr schön ausgeprägten Augenstreifen; und diese Zeichnung hat sich dem Erzähler aus folgendem Grunde ganz besonders eingeprägt. Sobald sich der im Nest befindliche Brutvogel durch ihm verdächtige Vorgänge in der Nestumgebung beunruhigt fühlte, steckte er den Kopf so weit zum Schlupfloch heraus, daß dieses völlig geschlossen war. Das glatte, dunkle Schnäbelchen im Zusammenhang mit dem die Richtung des Schnabels fortsetzenden beiderseitigen Augenstreifen erschien als teilweise verbreiterte dunkle Federschaftzeichnung eines auseinanderstrebenden Federpaares, das zu den schon erwähnten Verblendfedern vortrefflich paßte; damit war die, wie vorerwähnt, schon teilweise verdeckte Schlupföffnung in ihrer Randumgebung völlig aufgegangen und „verschwunden". Nur die glänzenden schwarzen Äuglein verrieten dem geübten Beobachter, trotz der absichtlichen Starrheit ihres Blickes, aus allernächster Nähe das Lebendige dieses „Stopfmaterials". Das Vögelchen führte mit großer Geduld anfänglich mehrfach minutenlang diese Verblendung aus, wenn der Beobachter sich in einiger Nähe des Nestes absichtlich etwas zu schaffen machte. Später ging dann das Tierchen nach schnellem Ausguck beruhigt gleich wieder zurück. Es ergibt sich also folgendes:

Das restliche Verdecken des Schlupfloches mittels des Kopfes vom ausspähenden Nestinsassen wird durch den dunklen Augenstreifen außerordentlich begünstigt. Das völlige Verblenden des Schlupfloches ist aber unter Umständen sehr wichtig; denn das durch die geschickte Wahl der Stütz- und Hängezweigchen zwar schon gut maskierte, etwa ein Wespennest oder einen alten Flechtenklumpen nachahmende Nest wird solchen Zweck am besten erreichen, wenn auch aus nächster Nähe keine die Vogelräuber aufmerksam machende und lockende Eingangshöhle sichtbar ist. Wenn auch diese Künste gegen den schlimmsten Vogelnesträuber, das Eichhörnchen, das ja selber oft kunstreiche Nester baut, vielleicht wenig nützen, vielen anderen Feinden und Belästigern gegenüber erfüllen sie ganz entschieden ihren Zweck.

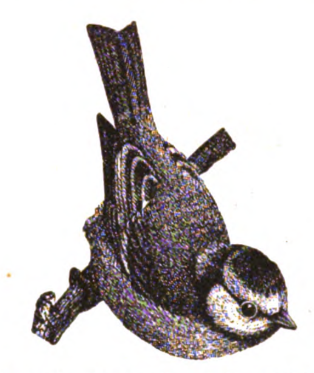
Zur Beantwortung der Frage, ob die Weibchen unter den werbenden Männchen eine Auswahl treffen (geschlechtliche Auslese), bringt Prof. G. C. Bourne einen das Liebeswerben der Schnepfe (Totanus calidris) betreffenden Beitrag.*) Bei dieser Bewerbung kommt keine Rivalität zwischen mehreren Männchen zu gleicher Zeit vor, sondern das einzelne Männchen macht dem einzelnen Weibchen den Hof. Es beginnt mit Verfolgen, und diesem Akt folgt eine gegenseitige Zurschaustellung, jedoch nur, wenn das Weibchen die Werbung fortgesetzt zu sehen wünscht. Hiebei stößt der Hahn einen bestimmten Ton aus, schlägt mit den Flügeln und geht mit merkwürdig hochbeiniger Bewegung gegen das nun stillstehende Weibchen vor. Nur wenn dieses es wünscht, erfolgt die Vereinigung; aber in fast neunzig Fällen von hundert beobachteten Werbungen weist das Weibchen das Männchen zurück, indem es fortfliegt, wodurch der Hahn außer stand gesetzt wird, seine Wünsche aufzudrängen. Es ist also die Zustimmung der Henne zur Paarung unbedingt nötig, und da diese Zustimmung gewöhnlich nicht erteilt wird, so ist es klar, daß die Weibchen eine Auswahl treffen.

*) Zoolog. Beobachter 1912, Nr. 8.

Noch ein anderer interessanter Punkt wurde hiebei beobachtet. Das Gefieder der beiden Geschlechter war das gleiche, das Geschlecht also nicht erkennbar, solange die Vögel in Ruhe waren. Während der Verfolgung und der Schaustellung aber bewegte das Männchen sich so, daß die Abweichung, die weiße Unterseite der Flügel und des Schwanzes, die roten Beine, auf besonders auffällige Weise zur Schau kam. Außerdem stieß es Töne aus, die man sonst nicht zu hören bekam.

Unter dem Goetheschen Motto:

„Mißgestaltete Begierde
Raubt des Reihers edle Zierde"



Blaumeise mit ähnlichem Augenstreifen wie die weibliche Schwanzmeise.

hat kürzlich der Bund für Vogelschutz*) ein Flugblatt ausgehen lassen, das die Tragödie des Edelreihers in Wort und Bild ergreifend schildert und mit einem Aufruf an die deutschen Frauen und Mädchen schließt, auf das Tragen eines solchen durch Ermordung ganzer Reiherfamilien erkauften Schmuckes zu verzichten. Die Befürchtung, den Silberreiher durch die Mode ausgerottet zu sehen, ist für manche Gegenden nicht ungerechtfertigt, wie die Ausführungen eines Kenners, des Konsuls a. D. Emil Braß im „Berl. Tageblatt" (1912, Nr. 228) zeigen.

Bei den schönen Silberreihern ist es die höchste Zeit, daß etwas zu ihrem Schutze geschieht. Wo sind die riesigen Reiherkolonien an der unteren Donau und am Kaspischen Meere geblieben? Ihr Verschwinden ist zwar zum Teil durch die zunehmende Besiedlung bedingt, aber die starke Nachfrage nach Reiherfedern hat doch viel zu ihrer Ausrottung beigetragen. In China befanden sich namentlich im oberen Jangtsetal Millionen von Silberreihern. Das erste Kilogramm Reiherfedern wurde 1896 von dort exportiert. Im nächsten Jahre waren es 100 Kilogramm, und während der nächsten fünf Jahre zusammen etwa 7000 bis 8000 Kilogramm. Dann sank die Ziffer rapid und jetzt kommen kaum

*) Stuttgart, Jägerstr. 34 (30.000 Mitglieder).

50 Kilo im Jahre aus ganz China. Die Reiherhorste, die sich am oberen Jangtse und am Hanriver meilenweit hinzogen, stehen verödet. Die schnelle Vernichtung erklärt sich dadurch, daß die Chinesen, durch den mühelosen Gewinn und die hohen Preise veranlaßt, das ganze Jahr hindurch, namentlich aber in der Brutzeit, den Reihern nachstellten. Kurz vor Beginn der Brutzeit tragen die Vögel ihr Hochzeitskleid. Dann sind die Federn von ganz besonderer Schönheit, mit breiten Spitzen, voller Fahne und rein weiß. Im Handel werden diese Federn als Blutfedern bezeichnet. Die Mode legt jetzt aber keinen so hohen Wert mehr auf diese Art Federn, da bei der Verarbeitung doch vielfach die Spitzen der Stangen „gekappt" werden. Natürlich wurden durch diese unsinnige Nachstellung die



Reiher vom Nest abgeschossen.
(Aus Flugblatt über den Reihermord. Bund für Vogelschutz, Stuttgart.)

Tiere entweder überhaupt an der Fortpfanzung gehindert, oder aber die Jungen gingen durch das Abschießen der Eltern im Nest elend zu Grunde. Eine derartige Jagd ist auf das schärfste zu verurteilen und für die Beschaffung der Federn, die die Mode braucht, auch vollkommen überflüssig.

Um jedoch dem Handel die nötigen Federn zu liefern und dabei doch der Vernichtung der schönen Tiere entgegenzuwirken, die jedem Landschaftsbilde zur Zierde gereichen, gibt es es zwei Wege: die Einführung richtiger Schonzeiten und die Bestimmung gesetzlicher Maßregeln für die Erhaltung der Tiere in den Ursprungsländern. Vorbildlich in der Fürsorge zur Erhaltung einer wertvollen Tierart im Interesse der Industrie ist Venezuela geworden, wie B r a ß näher schildert.

Hier in den ungeheuren Sumpfwaldungen an den Ufern des Orinoco und seiner zahlreichen Nebenflüsse leben große und kleine Silberreiher zu Millionen. Es ist auf das strengste verboten, einen Reiher zu töten, und die Eigentümer der Ländereien wachen strenge darüber, daß das Gesetz nicht übertreten wird, da die Tiere eine starke Einnahmequelle für sie bieten.

Bei der Mauser fallen nämlich die wertvollen Reiherfedern zu Boden und werden dann gesammelt. Die Eigentümer aller Ländereien, auf denen sich Reiherkolonien oder Reiherschlafplätze befinden, sind bei hoher Strafe verpflichtet, sie anzumelden, damit sie klassifiziert werden können. Durch besonders angestellte Beamte wird dann eine Klassifikation vorgenommen und eine Steuereinschätzung in eine der bestimmten sieben Klassen durchgeführt. Die Steuer beträgt von 240 Dollars jährlich in der siebenten Klasse, in der bis zu 10 Pfund jährlich aufgesammelter Federn geliefert werden, bis zu 4000 Dollars jährlich für die erste Klasse mit 80 und mehr Pfund Federn. Die Besitzer der Ländereien schließen gewöhnlich einen Vertrag mit berufsmäßigen Federnsammlern ab, meist auf Teilung des Ertrages.

Jeder Sammler muß einen besonderen staatlichen Erlaubnisschein haben, der aber nur für einen streng umschriebenen Distrikt gilt. Für einzelne Reiherschlafplätze sind 100 Dollars jährlich Steuer zu entrichten. Auf Zuwiderhandlungen und Tötung eines Reihers steht Gefängnisstrafe.

Für den kleinen Silberreiher, der die Kronenreiher liefert, die bei der Mauser nur unvollkommen abgeworfen werden, bestehen andere Bestimmungen. Diese dürfen geschossen werden, aber nur nach der Brutzeit und wenn die Jungen bereits flügge geworden sind. Das Schießen dieser Reiher darf aber niemals auf der Savannah, an den Mündungen der schmalen Wasserläufe (Creeks) und in den Rohrbrüchen stattfinden, und auch nicht, wenn die kleinen Reiher innerhalb der Kolonien des großen Silberreihers nisten. Also auch hier ist die Erhaltung der Art genügend gewährleistet. Außerdem hat der Staat eine große Einnahmequelle, welche die Überwachungskosten bei weitem übersteigt.

Ein zweiter Weg, der nicht nur die Ausrottung der Reiher verhindern, sondern durch Vermehrung der Federproduktion auch zur Verbilligung der Reiherfedern beitragen würde, ist die k ü n s t l i c h e R e i h e r z u c h t. Die Reiher werden, wie Konsul B r a ß aus eigener Erfahrung bestätigen kann, sehr schnell zahm und gewöhnen sich leicht an die Gefangenschaft. Man schneidet ihnen dann die Federn in regelmäßigen Zwischenräumen ab. Die Zucht ist in Gegenden mit niedrigen Fischpreisen, z. B. an den Küsten von Kamerun, Togo, auch Ostafrika, sehr rentabel zu gestalten. Interessant sind die Angaben über das in der Reihermode angelegte Kapital. Im Jahre 1890 kostete auf den Londoner Auktionen oder bei den Importeuren das Kilogramm Stangenreiher 300 Mark, Kronenreiher 1200 Mark; fünf Jahre später kosteten sie schon das Dreifache. Von da ab bewegt sich die Preiskurve mit kurzen Schwankungen stetig aufwärts, um heute den Höchststand mit 3000 Mark für Stangen- und 11.000 Mark für Kronenreiher zu erreichen. Letzterer ist gegenwärtig also fünfmal so teuer wie Gold. Jährlich werden schätzungsweise etwa drei- bis viertausend Kilogramm Reiherfedern in Europa eingeführt, davon etwa sieben Achtel Stangenreiher. Diesen Schmuck, die bekannten geraden, fein zweizeilig befiederten Federn, liefert der große Silberreiher (Ardea alba), während vom kleinen Silberreiher (Ardea gazetta) die sogenannten Kronenreiher stammen, kurze, leichte Fe-

dern, die an der Spitze mit elegantem Schwunge nach rückwärts gebogen sind. Bei beiden Vögeln liegen diese Federn vom Halse ausgehend längs des Rückens.

Zu den Tieren, deren sich die Naturschutzbewegung angenommen hat und denen oft baldiges Aussterben prophezeit wird, gehört der Steinadler in den Alpen. Albert Heß in Bern hat sich der Mühe unterzogen, diese Frage zu prüfen und gefunden, daß die Besorgnis vor einer bevorstehenden Ausrottung dieses Königs der Lüfte in den Zentralalpen vorläufig noch unbegründet ist.*)

Das Gerücht vom endgültigen Verschwinden des Steinadlers rührt zum Teil wohl daher, daß die meisten gelegentlichen Besucher der Alpengegenden ihn nicht zu Gesicht bekommen. Dagegen bringen die Zeitungen wieder so viele Notizen von erlegten Steinadlern, daß dem Naturfreund vor der Zukunft des Tieres bange werden könnte. Heß gibt nach dem ihm zugänglichen, gesichteten Material eine Zusammenstellung aller dieser Berichte aus dem letzten Jahrzehnt.

Danach hat der Bestand von Steinadlern in den letzten zehn Jahren kaum abgenommen; der Vogel ist nirgends häufig, aber er nistet im Alpengebiet noch häufiger, als gewöhnlich angenommen wird. Als die Regierung des Kantons Bern vor drei Jahren eine Aufnahme über den Bestand an Horsten usw. aufnehmen ließ, hatte diese das erfreuliche Ergebnis, daß dieser Raubvogel noch im ganzen Bernischen Alpengebiet regelmäßig vorkommt und noch keineswegs auf dem Aussterbeetat steht. So ist es auch anderwärts. Damit soll keineswegs gesagt werden, daß die energischen Maßnahmen, die zum Schutze der Steinadler in der Schweiz getroffen werden, nicht nötig seien. Es ist vielmehr mit Freuden zu begrüßen, daß in dieser Sache noch rechtzeitig etwas geschehen ist.

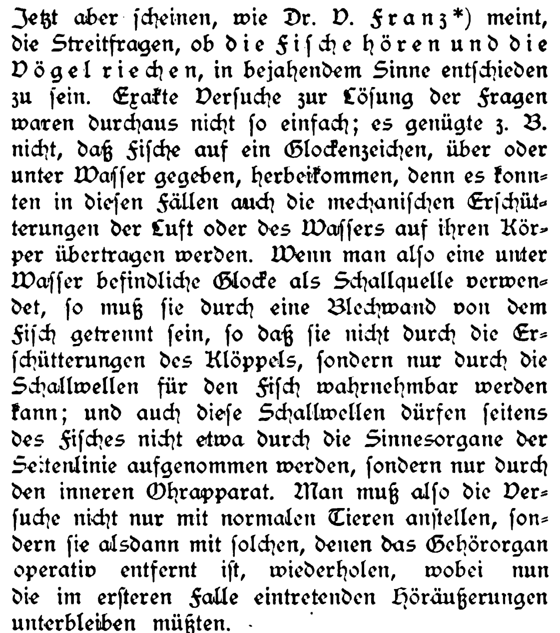
In der Regel kommen für den Steinadler in der Schweiz als Raub in Frage: vorerst die Murmeltiere, die Alpenhasen, die Schneehühner und die Gemszicklein. Auch junge Ziegen und Lämmer fallen ihnen oft zum Opfer. Für die Hauskatzen scheinen diese Adler sogar eine besondere Vorliebe zu haben. Für die Alpenbewohner sind also die Steinadler entschieden schädlich, und sie sehen, wie leicht zu verstehen ist, nicht ein, daß sie diese Raubvögel schützen sollen, weil ungeschädigte Naturfreunde ihre Freude an ihnen haben. Die biederen Urschweizer glauben sich in einem ihrer alten Rechte verkürzt durch das Verbot des Abschusses der Adler, auch wenn sie für den von ihnen angerichteten Schaden entschädigt werden.

Man steht hier vor der keineswegs leichten Aufgabe, die Interessen der Bewohner der Adlerwohngebiete mit denen des Naturschutzes in Einklang zu bringen.

Im Reich der Fische.

Die Frage nach der Sinnestätigkeit war selbst bei den höheren Tieren bis vor kurzem keineswegs zu völliger Zufriedenheit zu beantworten.

*) Zoolog. Beobachter 1912, Nr. 11.



Jetzt aber scheinen, wie Dr. V. Franz*) meint, die Streitfragen, ob die Fische hören und die Vögel riechen, in bejahendem Sinne entschieden zu sein. Exakte Versuche zur Lösung der Fragen waren durchaus nicht so einfach; es genügte z. B. nicht, daß Fische auf ein Glockenzeichen, über oder unter Wasser gegeben, herbeikommen, denn es konnten in diesen Fällen auch die mechanischen Erschütterungen der Luft oder des Wassers auf ihren Körper übertragen werden. Wenn man also eine unter Wasser befindliche Glocke als Schallquelle verwendet, so muß sie durch eine Blechwand von dem Fisch getrennt sein, so daß sie nicht durch die Erschütterungen des Klöppels, sondern nur durch die Schallwellen für den Fisch wahrnehmbar werden kann; und auch diese Schallwellen dürfen seitens des Fisches nicht etwa durch die Sinnesorgane der Seitenlinie aufgenommen werden, sondern nur durch den inneren Ohrapparat. Man muß also die Versuche nicht nur mit normalen Tieren anstellen, sondern sie alsdann mit solchen, denen das Gehörorgan operativ entfernt ist, wiederholen, wobei nun die im ersteren Falle eintretenden Höräußerungen unterbleiben müßten.

Schon vor einigen Jahren war es H. N. Maier aufgefallen, daß der amerikanische Zwergwels auf Pfeiftöne reagiert, während alle anderen Fischarten sich bei den sehr zahlreichen Versuchen Meiers Schallreizen gegenüber stets vollkommen gleichgültig verhalten hatten. Auch bei den sehr exakten Versuchen O. Haempels mit verschiedenen Fischen und auch dem Zwergwels ergab sich das Gleiche: die Welse flohen vor der unter Wasser in einer Blechröhre erschallenden elektrischen Glocke, die anderen Fische verhielten sich ihr gegenüber ganz gleichgültig.

Hienach sollte man allerdings glauben, daß nur die Welsarten Hörvermögen besitzen. Es ist aber wohl am wahrscheinlichsten, daß alle Fische hören werden und wenn viele in unseren Versuchsaquarien noch nicht vor unseren Augen deutlich auf Schallreize reagiert haben, so darf uns dies vielleicht nicht in höherem Grade verwundern als die zuverlässig bezeugte Tatsache, daß die amerikanischen halbwilden Rinder nicht auf laute Schüsse oder auf den Ton des Donners reagieren, obwohl sie Hörvermögen besitzen.

Auch die Frage, ob die Vögel zu riechen vermögen, scheint durch die mühsame Untersuchung R. M. Strongs mit Tauben experimentell in bejahendem Sinne gelöst. Nach hirnanatomischen Tatsachen konnte man es schon vorher annehmen, da das Vogelgehirn Riechlappen besitzt, wenn auch nicht sehr große. Obschon das Riechvermögen bei den Vögeln schlechter als bei vielen anderen Tieren entwickelt ist, dürfte es, nach der Größe der Riechlappen zu schließen, bei ihnen immer noch stärker sein als beim Menschen, bei dem es doch auch eine immerhin noch wichtige Rolle spielt.

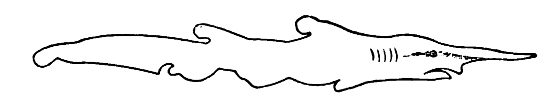
Der japanische Nasenhai, dessen seltsamer Kopf im vorigen Jahrgang (X, S. 214) abgebildet wurde, wird von Dr. Georg Stehli**)

*) Die Umschau 1912, Nr. 11.
**) Zoolog. Beobachter 1912, Nr. 8.



des näheren beschrieben. Japanische Fischer fanden in den Gewässern des Inselreiches an ihren Daboleinen gelegentlich einen riesigen Tiefseehai, dessen sonderbares Aussehen ihm in seiner Heimat den Namen „Tenguzame“, Koboldfisch, eintrug (Scapanorhynchus Owstoni Jord.). Nach Prof. Doflein wird diese Art bis zu 4 Meter lang; sie hat die langgestreckte, aalartige Form und die purpurbraune Farbe, die so viele Tiefseefische auszeichnen. Das Absonderlichste an ihr ist jedenfalls der ganz merkwürdige Nasenfortsatz, der, stumpf von oben nach unten abgeflacht, am Vorderende des Schädels nach vorn ragt. Unterhalb dieses Fortsatzes liegt das Maul mit den großen, zugespitzten, messerscharfen Zähnen, die in mehreren Reihen auf der Kante der Kiefer angeordnet sind. Die Kiemenspalten liegen seitlich, die vorderste davon bildet das Spritzloch. Die stechenden Augen, die sonderbare Nase und das stark vorspringende Maul verleihen zusammen dem Hai ein geradezu gespensterhaft häßliches Aussehen. Durch vergleichende Untersuchungen ist festgestellt, daß diese interessante Art nicht zu einer vollkommen neuen Familie gehört, sondern der Haifischgattung Scapanorhynchus zuzurechnen ist, die schon fossil aus der Kreide bekannt war, und somit zur Familie Odontaspididae gehört (s. Abb. Jahrb. 1912, S. 214).

Neuerdings wurde eine weitere Form der gleichen interessanten Gattung gefunden und von



Neuer japanischer Nasenhai.

Hussakof als Scapanorhynchus Jordani beschrieben. Die Nase ist bei ihr länger, das Maul aber weniger vorspringend, das Spritzloch viel kleiner und die Stellung der Augen eine ganz besondere, indem sie direkt über der Mitte des Maules stehen.

Über die Bedeutung des sonderbaren Nasenfortsatzes, den man vielfach als Waffe oder als sekundäres Geschlechtsmerkmal aufgefaßt hat, berichtet Prof. Doflein in seiner „Ostasienfahrt“, daß dieses sogenannte Rostrum zur Gewichtsausgleichung des Körpers dient, dessen Gestalt in engstem Zusammenhange mit der Lebensweise dieses Fisches steht. Die gekielte Schwanzflosse ist als langer Saum entwickelt, was den Tieren ein sehr eigenartiges Aussehen gibt. In den stillen Tiefen können die Haie viel mehr schwebend dahingleiten als im bewegten Wasser der Oberflächenschichten, wo sie jeden Augenblick ausweichen müssen. Die Schwebefähigkeit des Körpers wird durch die langgestreckte aalartige Form gesteigert. Dabei muß aber, wie Doflein weiter ausführt, der Körper vielfach Formveränderungen erleiden, um das Gleichgewicht halten zu können, und so zeigt sich beim Nasenhai das Vorderende verändert, indem der Kopf diesen schnabelartigen Fortsatz erhält. Durch weitere Untersuchungen wäre noch genauer festzustellen, ob und inwieweit diese Fortsätze auch als Träger besonders feiner Tastorgane von Bedeutung sind, wie Doflein angibt. Auch bei den großen Garneelen der Tiefsee finden sich ähnliche Anpassungen. Die mächtigen Antennenfäden dieser Krebse unterstützen hier vielfach die Schwebefähigkeit des Körpers, und lange Rostra (Stirnfortsätze) dienen demselben Zwecke. Eine Tiefseegarneele hat Doflein zuerst auf die Idee gebracht, daß die bisher meist als Waffen betrachteten Fortsätze zur Gewichtausgleichung des Körpers dienen.

Morphologische Veränderungen an den Silberfelchen des Laacher Sees, des bekannten, von Wasser erfüllten Kraters eines bis in die ältere Steinzeit tätigen Eifelvulkans, hat Dr. A. Thienemann entdeckt und beschrieben.*) Das nur mit einem künstlichen Abflußstollen versehene, an sich also abflußlose, 331 Hektar große und bis zu 53 Meter tiefe, größte stehende Seebecken Westdeutschlands hatte als Vulkan seinen letzten Bimssandausbruch in der Übergangszeit von dem subarktischen Steppenklima des oberen Löß zu dem gemäßigten und feuchten Klima der Waldperiode, also in der Zeit, in der im Ostseegebiete aus dem großen baltischen Eismeere, dem Yoldiameere, der Süßwassersee der Ancylusperiode wurde (s. Jahrb. VII., S. 55). Der Mensch der älteren Steinzeit war Zeuge jenes letzten Vulkanausbruches. Und wie die menschlichen Niederlassungen von den glühenden Sanden bedeckt wurden, so fiel überhaupt alles Leben im Gebiete des Laacher Vulkans der Vernichtung anheim. Ein organismenleeres, gleichsam sterilisiertes Land mußte völlig neu besiedelt werden. Als sich nun der alte Kratertrichter allmählich mit Wasser füllte und so zum See wurde, wanderten auch in diese neu entstandene Wasseransammlung Tiere und Pflanzen der verschiedensten Art ein. Da aber der See völlig isoliert und abflußlos war, so war ein Hauptweg der Besiedlung, die durch das fließende Wasser gebildete Straße, hier verschlossen. Was von Wassertieren in den Laacher See gelangte, das mußte über Land, sei es aktiv wandern, sei es passiv verschleppt werden. So füllte bald ein reiches Gewimmel von niederen Lebewesen den Bergsee.

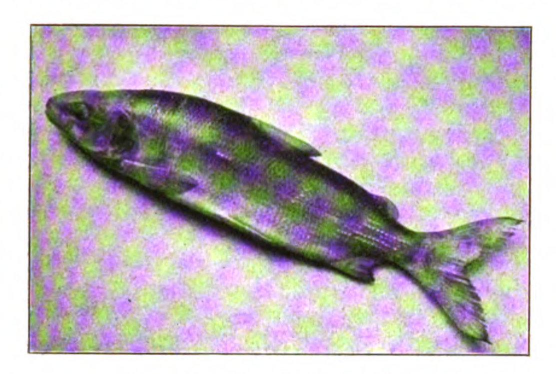
Schwieriger als für die niederen Tiere war es für die Fische, in den See zu kommen. Barsch- und Weißfischlaich mag vielleicht auch durch Wandervögel eingeschleppt sein, vielleicht auch der Hecht. Der Aal konnte möglicherweise durch den ersten künstlich gegrabenen Abzugstollen, ein Werk des zweiten Klosterabtes von Maria-Laach (1152 bis 1184), eindringen. Mit Sicherheit ist anzunehmen, daß, wie anderwärts so auch hier, die Mönche ihren Klostersee mit Fischen besetzten; Karpfen, wohl auch Hecht, Aal und Flußkrebs werden sicher von den alten Benediktinern eingeführt worden sein, wenn auch urkundliche Nachrichten über solchen Fischeinsatz fehlen.

Dagegen läßt sich über die Besetzung des Sees mit einer Felchenart aus den Klosterakten einigermaßen Klarheit gewinnen, und das ist um so wich-

*) Zoolog. Jahrbücher, Abt. für Syst. usw., 32. Bd. (1912), Heft 2. — Die Abbildungen verdanken wir dem gütigen Entgegenkommen des Herrn Verfassers.



tiger, als die heute im Laacher See lebende Felchenart eine ganz besondere Form darstellt, die keiner der in den Voralpen-



Laachersee-Felchen. Reifer Fisch mit Laichausschlag.

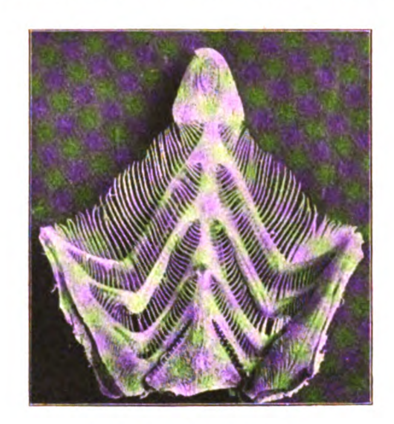
seen oder den nordostdeutschen Seen lebenden Coregonenarten gleicht. Zufällige Verschleppung der Coregonen ist ebenso wie aktive Einwanderung gänzlich ausgeschlossen.

Nachdem die Jesuiten 1862 das von Napoleon I. aufgehobene alte Benediktinerkloster besetzt hatten, wurde 1866 der erste Besiedlungsversuch des Sees mit vom Bodensee bezogenen Felchen (Coregonus fera) gemacht. 1872 wurden abermals Eier dieser Art und der Madümaräne (Coregonus maraena) aus Hinterpommern ausgesetzt. Von den Maräneeiern ging schon während des Transports eine große Zahl zu Grunde, und die Untersuchung der jetzt im See gefangenen Fische zeigt, daß Maränenblut in der Coregonenkolonie des Laacher Sees nicht mehr vorhanden ist; die Fische stammen sämtlich von dem Sandfelchen des Bodensees ab.

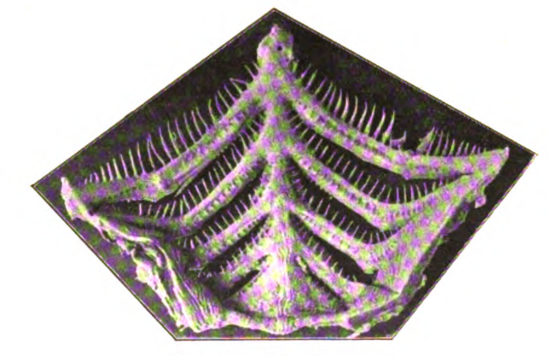
Die Kunde vom Einsatz der Felchen in den Eifelsee ging völlig verloren. Erst im Jahre 1900 oder 1901 — die Benediktiner hatten seit zehn Jahren Maria Laach wieder besetzt — wurden zufällig einige Coregonen gefangen und von 1903 an wurde der Felchenfang in rationeller Weise — es gehören besondere Fischgeräte dazu — aufgenommen. Ein Exemplar des Fisches wurde zur genauen Feststellung nach Reichenau am Bodensee geschickt, zum Vergleiche mit den dortigen Felchen. Merkwürdigerweise wurde jedoch von den dortigen Fischern, insbesondere von dem Fischmeister der badischen Regierung, die Identität des Laacher Fisches mit dem Silberfelchen nicht anerkannt. Er sei zu plump, der Kopf zu spitz usw.

Eine genaue Untersuchung zeigt, wie scharf der Blick der praktischen Fischer war: die Felchen des Laacher Sees, wie sie heute gefangen werden, gleichen weder den Silberfelchen des Bodensees noch den Maränen des Madüsees. Sie haben sich in den wenigen Jahrzehnten, die sie in dem Vulkansee der Eifel leben, in äußerst charakteristischer Weise verändert, und zwar sowohl die Larve wie auch der erwachsene Fisch. Wohl gleicht die Larve im allgemeinen noch der von Coregonus fera aus dem Bodensee, jedoch ist das gelbe Pigment, das bei dieser, vor allem in der Schwanzregion, vorhanden ist, bei der Laachersee-Larve ganz verschwunden. Beim erwachsenen Fisch hat sich die äußere Körperform der Stammart im großen und ganzen erhalten; um so stärker sind die Veränderungen, die der Kiemenreusenapparat erlitten hat. Die Zahl der Reusenzähne beträgt beim Bodenseefelchen durchschnittlich 22 an einem Kiemenbogen, beim Laacherseefelchen etwa 40, die Zahnzahl hat sich also fast verdoppelt, und ebenso hat die Zahnlänge und die Zahndichte beträchtlich zugenommen. Während die Bodenseeart zu den Coregonen mit weitestem Kiemenfilter gehört, übertrifft der Laacherseefelchen alle überhaupt bekannten Coregonenformen an Dichte des Kiemenreusenapparats.

Da die Lachersee-Coregonen mit sechs Jahren geschlechtsreif werden, so haben also etwa sieben Generationen genügt, um so tiefgreifende morphologische Verschiedenheiten herauszubilden. Wenn nicht die Herkunft der Laacherseefische genau bekannt wäre, so würde man diese Coregonen unbedenklich als eine besondere Art betrachten. Sollte es sich als zweckmäßig erweisen, ihnen einen besonderen wissenschaftlichen Namen zu geben, so schlägt Dr. Thienemann vor, sie Coregonus fera Jur. variatio sancti benedicti zu nennen. Die



Laachersee-Felchen-Kiemenreuse.



Coregonus fera Kiemenreuse.
(Nach Originalphotographien von Dr. A. Thienemann.)

Abänderungen beschränken sich nicht auf die angegebenen beiden; die Abhandlung führt noch eine ganze Anzahl anderer Unterschiede gegen die Bodenseeart an, die hier übergangen seien.

über die Ursachen dieser Umbildung lassen sich nur Vermutungen aussprechen. Sicher hat nach Dr. Thienemanns Ansicht Selektion (natürliche Auslese) hier nicht mitgewirkt, dazu ist der Zeitraum, in dem sich die Veränderung abspielte, zu kurz. Äußere Milieubedingungen müssen unmittelbar ihre Wirkung ausgeübt haben. Das Verschwinden der gelben Pigmente bei der Larve steht in vollem Einklang mit der Theorie Nüßlins, nach der die ursprünglich mit starkem gelben Pigment ausgestatteten Coregonenlarven nach dem Übergang aus dem planktonreichen Wasser der baltischen Seen in das klare, planktonarme Wasser der Alpenseen die gelbe Färbung mehr und mehr verloren; nur Uferlaicher der Alpenseen, wie die Bodenseefelchen, behielten wenigstens Reste der gelben Pigmentierung. Beim Einsetzen in das noch durchsichtigere Wasser des Eifelsees gingen auch jene letzten Färbungsreste verloren.

Die Laichgewohnheiten der Laacherseefelchen sind die gleichen wie die der Bodenseeart. Die Laichplätze liegen an der Nordostseite des Sees am Ufer bis zu einer Tiefe von $4^1/_2$ bis 5 Metern. Die Felchen steigen in Schwärmen aus der Tiefe empor und ziehen zum Ufer, die Schwärme werden nur aus laichreifen oder fast laichreifen Fischen gebildet. Die Länge der reifen Fische kann etwa 35 Zentimeter erreichen (laichreife Sandfelchen werden 40 bis 60, Blaufelchen 30 bis 40 Zentimeter lang), ihr Gewicht beträgt durchschnittlich $^1/_2$ bis $1^1/_2$ Pfund. Das Alter der laichreifen Fische beträgt meistens sechs, selten sieben Jahre. Die Hauptlaichzeit liegt zwischen dem 28. November und dem 9. Dezember.

Der Ernährungszustand der Laacherseefelchen ist ein ausgezeichneter. Sie sind ausschließlich Planktonfresser, gewöhnlich besteht der gesamte Inhalt des Verdauungskanals nur aus Copepoden (Diaptomus gracilis) und Daphniden (Daphne longispina). Der Bodenseefisch dagegen nährt sich vorwiegend von Bodennahrung. Am häufigsten findet man in seinem Darm kleine Erbsenmuscheln (Pisidium hoferi), Würmer, blinde Asseln, Cyklopiden und Fliegenlarven. Mit dieser Veränderung der Ernährungsweise des Laacher Felchen steht die Abänderung seines Kiemenfilters in engem Zusammenhang. Die Silberfelchen des Laacher Sees sind aus Fischen mit grober Grundnahrung echte Planktonfresser geworden und haben das für die planktonfressenden Coregonen eigentümliche Kiemenfilter sich erworben. Warum die in den Eifelsee eingesetzte Kolonie zu der planktonischen Ernährung überging, ist eine Frage für sich. Vielleicht machte die in dem geologisch jungen und schlammarmen Vulkansee verhältnismäßig geringe Entwicklung der Bodentierwelt die Ausnutzung der in den Schwebewesen des freien Wassers vorhandenen Nahrung für die Erhaltung der Felchen notwendig.

Trotz aller Erklärungsmöglichkeiten muß aber eine so tiefgreifende morphologische Veränderung, wie sie die Coregonen des Laacher Sees in etwa 40 Jahren, d. h. in sechs bis sieben Fischgenerationen, erlitten haben, als eine fast wunderbare Tatsache erscheinen.

Aus dem Insektenleben.

Die Eiablage und die damit in Zusammenhang stehende Ernährungsweise bei Insekten gibt R. Mell in Canton Veranlassung zu einer Reihe scharfsinniger und interessanter Schlüsse.*)

Der Verfasser schildert zunächst nach genauer Selbstbeobachtung die Eiablage beim Tagpfauenauge, Dickkopf (Augiades sylvanus Esp.), Fichtenbock, bei Acranicta auricoma, einer mittelgroßen Eule, und bei der Kiefernholzwespe (Sirex juvencus). Die Zahl der Eier ist je nach der Art großen Schwankungen unterworfen. Die geringste Zahl betrug ungefähr 45 Stück, beim Dickkopf, die größte 717 beim Hepialus sylvina (eine Hopfenspinnerart). Sicherlich erzeugt diese Summe von Eiern eine wachsende Menge physikalischer Reize im Leibe des Tieres. Diese ist so groß, daß bei manchen Insekten, vor allem Spinnern, die auf dem Spannbrett aus der Narkose erwachen, der durch die Behandlung geschwächte Organismus schon durch den Reiz der unbefruchteten Eier zur Ablage derselben bewogen wird.

Sicherlich ebenso stark wirken die im Ei sich abspielenden chemischen Veränderungen, deren Wirkung durch die Befruchtung gesteigert wird. Bei Eiern mit durchscheinender Schale läßt sich nach der Ablage ein beständiger Umsatz im qualitativen Aufbau leicht am fortdauernden Wechsel von Färbung und Zeichnung bemerken. Daß die Eier eine ähnliche chemische „Metamorphose" schon im Leibe des Muttertieres durchlaufen, läßt sich bereits aus dem einen Umstand folgern, daß befruchtete Eier, aus dem Leibe des Tieres genommen, nicht entwicklungsfähig sind, weil sie offenbar die für das selbständige Leben erforderliche chemische Reife noch nicht haben.

Diese physikalischen und chemischen Reize beeinflussen das Muttertier und nehmen positiv und relativ an Stärke zu. Es liegt deshalb nahe, die zur Zeit der Eiablage sich zeigenden Veränderungen der Instinkte auf diese Ursachen zurückzuführen, z. B. den veränderten Flug des Dickkopfes, die völlig gegenteilige Sitzweise des Tagpfauenauges. Auch der Trieb der Eiablage ist an sich eine Neuerscheinung im Leben des Tieres, die sich am leichtesten aus denselben Ursachen erklären läßt.

Die bekannte Tatsache, daß immer nur ein Gedanke, ein Gedankenkomplex, ein Trieb zu einer Zeit dominiert, läßt sich ebenfalls hieraus erklären. Auch bei den oben angeführten Insekten ist der Eiablagetrieb der zeitlich herrschende; der Selbsterhaltungs- oder Fluchttrieb ist durch jenen aufgehoben. Schon daraus ist die außerordentliche Stärke des Triebes der Eiablage zu erkennen, noch mehr aber an den zwei Nächte langen Bemühungen der oben genannten Eule, ein Ei abzulegen, Bemühungen, die erst mit dem Tode enden. Welche Stärke des Triebes setzen die angestrengten Bohrungen der Holzwespe voraus! Welche Summen von Energie werden dafür verausgabt: in 73 Minuten drei Bohrungen, von denen anscheinend nur zwei geglückt waren. Wenn man die für die Ablage des

*) Naturw. Wochenschr. XI (1912), Nr. 1.



gesamten Eivorrats erforderlichen Energiemengen bei der Holzwespe berechnen könnte, es würde eine erstaunliche Zahl sein. Diese Stärke des Triebes ist überaus wichtig.

Seit der hochinteressanten Entdeckung der spezifischen Eiweißreaktionen (durch Nutall, Uhlenhut u. a., s. Jahrb. I., S. 302, Jahrb. IV., S. 129) dürfen wir vielleicht ähnliche außerordentlich feine Unterscheidungsmöglichkeiten auch für andere organische Stoffe, die bisher unter einem gemeinsamen Namen, ähnlich wie „das Eiweiß" gingen, annehmen, und zwar sowohl für Pflanzen wie für Tiere. Es läßt sich nach Mells Ansicht kaum ein anderer annehmbarer Grund für die Tatsache, daß die Larven vieler Insekten monophag sind (d. h. nur von einer Pflanze leben), anführen als der, daß durch diese Nährpflanze der Raupe ein Reiz auf das erwachsene Geschlechtstier (die Imago) ausgeübt wird, der zur Eiablage an der betreffenden Pflanze führt. Die natürlichen



Totenkopfschwärmer. (Acherontia atropos.)

Pflanzenfamilien bilden nicht nur in Bezug auf Gestalt und Aufbau Einheiten, sondern auch hinsichtlich ihrer chemischen Zusammensetzung. So zeigen sich die Gräser in ihrem Chemismus darin verwandt, daß sie mehr oder weniger Kieselsäure, die Nachtschattengewächse darin, daß sie Solanin führen, Koniferen sind reich an Harz usw. Dementsprechend sind die meisten, vielleicht alle Insektenlarven nicht in dem Sinne monophag, daß sie eine einzige Pflanzenart als Nahrung annehmen, sondern eine ganze Familie oder bestimmte Glieder derselben, ein Beweis, daß sicher der Chemismus der Pflanzen reizauslösend wirkt. Die Schmetterlingsfamilie der Satyriden legt ihre Eier an Gräser, meist ohne bestimmte Vorliebe, die Argynnisarten haben eine Neigung für Veilchengewächse, die Weißlinge bevorzugen Kreuzblütler, Nadelholzfresser machen keinen wesentlichen Unterschied zwischen unseren einheimischen Koniferen. Der bekannte Totenkopfschwärmer benutzt zur Eiablage die Kartoffel oder den Teufelszwirn (Lycium), einen halbklimmenden Strauch; beide gehören zur Familie der Nachtschattengewächse. Der in Deutschland ziemlich häufige Ligusterschwärmer legt ab an Esche, Rainweide (Ligustrum) und Syringe. Die beiden bei uns heimischen Nährpflanzen sind in ihrem Gesamthabitus so unähnlich, wie Verwandte nur eben sein können: die Esche ein hoher, stattlicher Baum mit großen Fiederblättern, die Rainweide ein Heckenbusch mit schmalen Einzelblättern. Syringa, die von Südosteuropa als Zierstrauch zu uns gelangte, wurde offenbar von dem Ligusterschwärmer sofort als Verwandte erkannt und zur Nährpflanze erkoren, und die wissenschaftliche Botanik gibt ihm recht: alle drei Pflanzen gehören zur Familie der Oleazeen (Ölbaumartigen).

Noch überraschender sind die Kenntnisse des Oleanderschwärmers; seine Heimat ist wahrscheinlich das Mittelmeergebiet, seine Nährpflanze daselbst der Oleander (Familie der Apozynazeen). Fast alljährlich verfliegt er sich bis an die norddeutsche Meeresküste. Findet er dort keinen ins Freie gestellten Oleanderstrauch, so legt er seine Eier an eine Pflanze von gänzlich verschiedenem Gesamtaussehen, das kleine Sinngrün, die einzige bei uns heimische Apozynazee. In Indien ist ein hartblättriges Rankengewächs die Nährpflanze desselben weit verbreiteten Schwärmers, und sie gehört ebenfalls zur Familie der Apozynazeen (Trachelospermum jasminoides). Welcher Berufsbotaniker könnte es besser treffen? Ohne Buch, Bestimmungstabelle und Blütenbesichtigung findet der Schwärmer am Mittelmeer ebenso gut wie in Norddeutschland und in Indien die von ihm geschätzte Pflanzenfamilie der Hundstodgewächse. Und das alles im täuschenden Dämmerlicht.

In China stellte R. Mell Versuche mit 17 Papilioniden (Schwalbenschwänzen im weitesten Sinne) und einigen Schwärmern (Sphingiden) an, indem er die Eiablage beobachtete und die Raupen züchtete. Die von den Papilioweibchen zur Eiablage ausgewählten Pflanzen gehörten sechs Familien an, den Aristolochiazeen, Rutazeen, Umbelliferen, Laurazeen, Morazeen und Anonazeen (Osterluzei-, Rauten-, Dolden-, Lorbeergewächse, Maulbeerartige und Flaschengewächse). Haben diese sechs Familien etwas Gemeinsames? Systematisch nicht, physiologisch zweifellos. Die Aristolochiazeen sind bekannte Giftpflanzen, die Rutazeen wichtig durch Reichtum an Ölen und Säuren, auf denen ihre Kultur beruht (Apfelsine, Zitrone, Mandarine, Pompelmuse u. a.). Die Umbelliferen sind gleichfalls reich an Ölen, zu den Laurazeen gehören der Lorbeer, der Kampherbaum, der Zimtbaum, alles stark aromatische, ölführende Gewächse. Der zu den Morazeen gehörende Ficus ist bekannt durch seinen Gehalt an Milchsaft, und die Anonazeen sind infolge ihres Ölreichtums den bereits genannten ähnlich (die Gattung Anona liefert aromatische Früchte, andere wie Artabotrys und Michelia berauschen durch ihren schweren, süßen Duft). Die Nährpflanzen der Papilionidenraupen stimmen also darin überein, daß sie starke Sekrete, vor allem Öle führen, in deren Unterscheidung die Tiere uns wahrscheinlich noch überlegen sind. Die Nährpflanzen dieser 17 Arten verteilen sich folgendermaßen:

Schmetterling	Nährpflanze	Pflanzenfamilie
1. P. aristolochiae }	Aristolochia Tagala	Aristolochiaceae
2. P. aidoneus }	„ debilis	„
3. P. bianor	Xanthoxylum nitidum	Rutaceae
	„ avicennae	„
	Evodia meliaefolia	„
4. P. paris	dieselben wie bianor	„
5. P. memnon	Citrus decumana	„
	„ Limonum	„
	Clausenia whampi (ein Stück nahm in Gefangenschaft auch Xanthoxylum nitidum an)	

Schmetterling	Nährpflanze	Pflanzenfamilie
6. P. protenor.	Citrus decumana	Rutaceae
	„ Limonum	„
	Xanthoxylum avicennae	„
	Evodia meliaefolia	„
7. Pap. helenus	Citrus decumana	„
	Xanthoxylum nitidum	„
8. P. polytes	Citrus Limonum	„
	„ nobilis	„
	„ decumana (Gefangenschaft)	„
	Xanthoxylum nitidum	„
	Evodia meliaefolia	„
	Clausenia whampi	„
9. Papilio xuthus	Citrus nobilis	„
	Xanthoxylum nitidum	„
	Evodia meliaefolia	„
10. Pap. demoleus	Citrus nobilis	„
	Atalantia buxifolia	„
	Glycosmis pentaphylla	„
11. Pap. machaon	Carum	Umbelliferae
12. Pap. clytia	Litsoea sebifera	Lauraceae
	Cinnamomum cassia	„
13. Pap. sarpedon	Laurus camphora	„
	„ Burmanni	„
14. Pap. bathycles	Ficus	Moraceae
15. Pap. agamemnon	Uvaria microcarpa	Anonaceae
	„ purpurea	„
	Anona discolor	„
	„ recticulata	„
	Artabotrys odoratissima	„
	Michelia fuscata	„
	„ champaca	„
16. P. antiphates	Uvaria microcarpa	„
17. P. doson	Michelia chambaca	„

Nach dieser Aufzählung lassen sich nach den Nährpflanzen drei Gruppen unterscheiden, die Aristolochienfresser, die Rutazeenfresser und die Liebhaber für Laurazeen und Anonazeen. Sehen wir uns daraufhin die Systematik der Gattung Schwalbenschwanz an. Die Gattung zerfällt in drei Unterabteilungen, die Aristolochienfalter, die Rinnenfalter und die Segelfalter. Zu den ersteren gehören Nr. 1 und 2, zu den Rinnenfaltern Nr. 3 bis 12, zu den Segelfaltern Nr. 13 bis 16. Die erste Untergattung ist schon nach der Nährpflanze benannt, die zweite bilden der Hauptsache nach die Rutazeenfresser, die dritte sind die Liebhaber für Laurazeen und Anonazeen. Die Einteilung nach den Nährpflanzen entspricht also der systematischen Gliederung, und zwar nicht nur in diesen großen Zügen, sondern auch, wie Mell des weiteren nachweist, in sehr charakteristischen Einzelheiten, auf die hier nicht näher eingegangen werden kann.

Die Betrachtung des Eiablagetriebes bei der Gattung Schwalbenschwanz zeigt also folgendes: Die ganze große Gattung ist charakterisiert durch die Vorliebe für scharfe Sekrete, besonders Öle. Die drei Untergattungen schließen sich dabei an besondere Pflanzenfamilien an, und innerhalb dieser Untergattungen zeigen sich weitere Spezialisierungen hinsichtlich der Nährpflanze, die den verschiedenen Gruppen dieser sehr artenreichen Gattung entsprechen. In Verbindung mit der Ontogenie (der Entwicklung des Einzelindividuums) ermöglicht uns die Wahl der Nährpflanze, auf die Verwandtschaft und zum Teil auf das entwicklungsgeschichtliche Alter der Formen zu schließen. Es ist demnach mit Unrecht die Biologie der Insekten bei Betrachtung ihres verwandtschaftlichen Verhältnisses außer acht gelassen worden.

Offenbar sind es die chemischen Bestandteile der Pflanzen, die es bewirken, daß der Reiz der Eiablage durch die Schmetterlinge in die Tat umgesetzt wird. Daß es der Duft ist, der reizauslösend wirkt, dafür spricht die Beobachtung, daß sich Eier und junge Raupen fast ausschließlich an den jüngsten Blättern und Zweigen, die bekanntlich die meisten Duftstoffe führen, befinden. Beobachtungen über Eiablagen bei Sphingiden (Schwärmern) bestätigten diese Vermutung. An der Stadtmauer Cantons bildet eine Paederia-Art stellenweise kleine Wildnisse. Mell wählte einen Ort, wo junge, etwa 50 Zentimeter hohe Pflanzen dieser Art eine Fläche von 10 Quadratmetern völlig bedeckten und einige alte, großblättrige Ranken einer ein Meter hohen Mauer anlagen. Eine dieser Ranken hatte zehn Blätter, von denen Mell zwei abriß, drei zerrieb und die übrigen zerschnitt. Nach zwei Tagen zeigten sich an den zum Teil abgeschnittenen Blättern Eier von Macroglossa troglodytes (Verwandter unseres Taubenschwanz- und Hummelschwärmers); an der Menge der jungen Triebe war kein Ei aufzufinden. Diese Beobachtungen bestätigen die Annahme, daß der Duft der Pflanzen die Insekten leitet. Andere starkriechende Gewächse in der Nähe der Nahrungspflanze können den spezifischen Duft der letzteren für das Insekt übertäuben; Verwundungen der Pflanzen erhöhen die Wirkungen des Reizes, alte Blätter können durch starke Verstümmelungen, die die Sekrete in erhöhtem Maße freimachen, die Wirkungen junger Blätter übertreffen. In welch hohem Maße die Wahrnehmungsfähigkeit des spezifischen Duftes entwickelt sein kann, beweist das Beispiel der Holzwespe, die anscheinend zwischen frischem und krankem Holze unterscheiden kann.

Der Schlaf der Insekten ist Gegenstand einer mit Abbildungen reich versehenen Abhandlung von Karl Fiebrig in Paraguay.*) Wie Säugetiere und Vögel ihre typischen Schlafstellungen haben, und wie man meist in der Lage ist, aus der Art der Stellung auf den Zustand des Schlafes zu schließen, so haben auch die eines Knochengerüstes entbehrenden Tiere Schlafstellungen, aus denen man auf schlafartige Erscheinungen bei ihnen schließen muß.

Vor Jahren fand Fiebrig an einem Morgen in Paraguay an einem trockenen Unkrautstengel einen Haufen schwarzer Bienen (Tetrapädien), dicht beieinander, regungslos und so wenig empfindlich, daß er den Zweig behutsam abbrechen konnte, ohne daß die Tierchen davongeflogen wären. Erst nach einigen Minuten, nachdem die Sonne über dem Horizont erschienen war, flogen sie davon. Konnte man hiebei zunächst noch an eine mit dem bei sozialen Insekten vorkommenden Schwärmen zusammenhängende Erscheinung denken, so machten Wiederholungen dieser Beobachtung bei einzeln lebenden (solitären) Bienen, Wespen und anderen Insekten eine anderweitige Erklärung nötig.

Zweierlei wiederholte sich bei jedem derartigen Funde: der Körper des Insekts befand sich in einer verhältnismäßig regungslosen, oft auffallenden Stellung, und die Zeit, in der sich solche Stellungen zeigten, war mit seltenen Ausnahmen die gleiche, am frühen Morgen oder am Abend; zwei

*) Jenaische Zeitschr. für Naturw. 48. Bd, Heft III (1912).

Momente, die für Organismen, welche sich nachts im Schlafzustand befinden, typisch zu sein pflegen. Während wir jedoch beim schlafenden Wirbeltiere ein allgemeines Ausruhen der Muskeln und ein Schlaffsein der Gliedmaßen wahrnehmen, befanden sich die beobachteten Insekten häufig in Stellungen, in denen die Muskeln, besonders gewisser Körperteile, in einem andauernden Starrzustand zu beharren scheinen. Besonders häufig und auffallend waren Stellungen, bei denen sich die Tierchen festgebissen hatten an einem Halm, Stengel oder dergleichen, während die Beine dem Körper anlagen oder, mehr oder weniger gestreckt, frei waren, so daß der Körper, jeglicher Unterlage und eines Stützpunktes entbehrend, lediglich durch die in den Stengel gegrabenen Mandibeln (Kinnbacken) in einer freien schwebenden Stellung gehalten wurde. Es handelt sich hiebei um Zustände kataleptischen Charakters, die sich nur in der Kategorie der Schlaferscheinungen unterbringen lassen.

Ganz besonders sind die Hautflügler (Hymenopteren) durch solche äußeren Merkmale, durch auffallende Starrstellungen ausgezeichnet, und der weitaus größte Teil der von Fiebrig beobachteten Fälle schlafender Insekten betrifft Arten aus der Ordnung der Hautflügler. Durch die abnormale Haltung der Beine gewinnen die Tiere häufig ein fremdartiges Aussehen, während die Flügel eine untergeordnete Rolle bei den äußeren Merkmalen der Schlafstellung einzunehmen scheinen; meistens liegen sie dem Körper auf. Dagegen nimmt der ganze Körper oder der Hinterleib häufig eine von der normalen Haltung abweichende Stellung ein, indem er einen mehr oder weniger großen Winkel zu dem stützenden Pflanzenstengel bildet.

Wahrscheinlich begeben die Insekten sich in der Nähe der Orte, an denen sie der Nahrung nachgehen und tagsüber tummeln, zur Ruhe; gelegentlich findet man die Schläfer auch mitten im Walde. Bevorzugt als Schlafstätten werden anscheinend entlaubte trockene Pflanzenteile, trockene dünne Stengel, dürre Grashalme, trockene Blütenstände von Gräsern, Lippenblütlern, Vereinblütlern. Oft findet man Individuen nur einer Art, die, dicht aneinander gedrängt, einen Haufen oder eine lange Reihe bildend, in Morpheus Armen ruhen. In mehreren derartigen Fällen konnte der Beobachter das Zusammenkommen einer großen Zahl von Immen während eines längeren Zeitraumes feststellen, so von Protodiscoelis Fiebrigi (Brethes) von Mitte Januar bis Mitte April. Einige Hundert Individuen fanden sich allabendlich an den meterhohen Grashalmen eines bestimmten Platzes dicht am Wasser ein. Verschiedene Male ließ sich durch Kontrolle der konstanten Zahl und durch die Beobachtung, daß die Tierchen sich in unveränderter Regelmäßigkeit stets genau auf dem gleichen Flecke „niederließen", mit ziemlicher Sicherheit die Tatsache des regelmäßigen, allnächtlichen Schlafes feststellen.

Die Form der Stellung, in der sich die schlafenden Insekten präsentieren, ist also recht verschiedenartig; es lassen sich drei verschiedene Formen der Schlafstellung nennen:

Vollstarre, bei der sämtliche Muskeln sich in einem kataleptischen Zustand zu befinden scheinen und der Körper mit seinen Gliedmaßen eine eigenartige, anormale Stellung einnimmt;

Mandibularstarre mit „festgebissenen" Mandibeln; sie unterscheidet sich äußerlich im wesentlichen nur hiedurch von der gewöhnlichen Ruhestellung;

regungslose Stellung ohne auffallende, äußere, von der gemeinen Ruhestellung abweichende Merkmale.

Fiebrig untersucht die Beteiligung der verschiedenen Insekten an diesen Schlafstellungen und kommt dabei zu recht interessanten Ergebnissen. Unter den solitären Immen scheinen Bienen und Wespen in gleicher Weise und etwa gleichem Verhältnis an einen festen, regelmäßigen nächtlichen Schlaf gewöhnt zu sein. Diese festen Schläfer sind alle fleißige, intelligente Tierchen, geschickte Baumeister usw. Da liegt es nahe, eine Parallele zu ziehen zwischen den auffallenden Schlaferscheinungen, durch welche diese solitären Hautflügler so hervorragend ausgezeichnet sind, und den „aufreibenden" Beschäftigungen, denen die fleißigen Arbeiter tagsüber nachgehen, die das Nervensystem stark in Anspruch nehmende „geistige Arbeit" in einen Zusammenhang zu bringen mit einem gewissen Schlafbedürfnis. In dieser Beleuchtung würde der Schlaf der Insekten mit seinen kataleptischen Begleiterscheinungen, ebenso wie bei den Wirbeltieren, in Erscheinung treten als Folge „geistiger Erschöpfung", Muskelabspannung und allgemeiner Ermüdung.

Wie bei dem echten Schlaf der warmblütigen Wirbeltiere spielt auch bei den Schlaferscheinungen der Insekten das Licht eine große Rolle. Nur bis zu einem gewissen Helligkeitsgrade werden schlafende Insekten am Tage gefunden, und Dutzende von Malen hat Fiebrig sie, namentlich die in der Vollstarre befindlichen, mit zunehmendem Tageslicht, bei aufgehender Sonne erwachen sehen. Und auch dieses Endstadium des Schlafes, der Übergang oder die Rückkehr zur Allgemeinaktivität der Körperfunktionen und der Bewegungen erinnert in allen seinen Phasen lebhaft an das Erwachen eines hochorganisierten Wirbeltieres.

Der Einfluß der Wärme ist bei schlafenden Hymenopteren nicht festzustellen; sie reagierten äußerlich in keiner Weise auf die Erhöhung der Lufttemperatur, und erst als diese sich dem für den Organismus möglichen Höchstmaß, dem das Eiweiß zum Gerinnen bringenden Wärmegrad näherte, stellten sich (in hermetisch geschlossenem Glasgefäß) Reaktionen ein, die ein ziemlich plötzliches, anscheinend gewaltsames, gleichsam „trunkenes" Erwachen zur Folge hatten. Die Jahreszeit scheint in Paraguay ohne wesentliche Einwirkung auf den Insektenschlaf zu sein; einen Einfluß des Klimas auf die Schlaferscheinungen hält Fiebrig dagegen wohl für möglich. Wind und Regen sind nicht schlafhindernd. Nicht einmal die Berührung der schlafenden Tierchen hat immer einen störenden, die Aufhebung der (anästhetischen!) Schlafsymptome herbeiführenden Einfluß. Sie kehren nach der Störung, selbst wenn sie ohne Ände-



rung der Mandibularhaltung heftig durch Strampeln mit den Beinen oder Flügelschwingen dagegen reagiert haben, zur völligen Gesamtstarre des Körpers zurück und schlafen weiter, wie oftmals höhere Tiere tun.

So finden sich in mehrfacher Beziehung diejenigen Charaktere, durch welche der echte Schlaf der Wirbeltiere ausgezeichnet ist, bei den Schlaferscheinungen der Insekten, besonders der Hautflügler, wieder. Diese Charaktere wären haupt-



Der Bienenstock in der Eiche. (Aus Haus, Hof und Garten. Berl. Tageblatt.)

sächlich: (relative) Regungslosigkeit, Bewußtlosigkeit, gleiches oder ähnliches Verhalten auf verschiedene äußere Einflüsse (Licht, Annäherung, Berührung), ähnliches Benehmen beim Einschlafen und Aufwachen, Anpassung der Schlafzeit an die durch den Wechsel von Tag und Nacht verursachten Zeitabschnitte, endlich häufig Erscheinungen, die auf eine den Schlaf vorbereitende Handlungsweise zu Schutzzwecken schließen lassen. Dagegen bildet die in den verschiedenen Starrstellungen des Insekts zum Ausdruck kommende kataleptische Muskelanspannung etwas, was unseren gewöhnlichen Anschauungen von Schlaf zuwiderläuft. Allerdings gibt es auch bei Menschen und bei Wirbeltieren einen magnetischen Schlaf, eine in der Hypnose hervorgerufene Starre. Hierauf sowie auf die Frage, ob vielleicht dieser starrartige Schlaf der Insekten ein Vorläufer zu unserer jetzigen, vollkommen ausgebildeten Schlafform sein könnte, geht Fiebrig noch näher ein, so wie er auch noch die Rolle erörtert, die das lidlose Fazettenauge des Insekts für die Eigenart der geschilderten Schlafform spielen könnte.

Daß die Gefahr des Aussterbens ihre Schatten selbst bis zu den munteren Völkern der gesellig lebenden Insekten hinüber werfen sollte, wird so leicht kein Leser vermuten. Und doch zeigt uns M. Imperto*) in ziemlich unwiderleglicher Weise, daß die Gefahr des Verschwindens der Bienen, obwohl erst von wenigen erkannt, bereits gerade groß genug ist. In vielen Dörfern, die noch vor zehn Jahren Hunderte von Bienenkörben beherbergten, ist heute kaum noch ein Dutzend zu finden, während von einer Einführung der Bienenzucht in Orten, die sie bisher nicht betrieben, nichts zu bemerken ist.

Der Grund liegt in der Unrentabilität der Zucht, die sich aus der Abnahme der honigliefernden Pflanzen erklärt. Alljährlich verringert sich der Heideboden, auf dem die Biene den Honig sammelt, an Umfang, indem immer größere Flächen dem Ackerbau nutzbar gemacht werden. Die Bienen machen immer weitere Ausflüge, um Honig zu sammeln, und bei schlechtem Wetter gehen immer mehr auf dem weiten Rückwege zu Grunde. Der Landmann sät heute möglichst reine, durch industrielle Siebzylinder fast absolut von Unkrautsamen gereinigte Saat; so fehlen die Unkräuter mit stark honigenden Blüten, die früher die Heideblumen fast ersetzen konnten. Auch Raps, Senf und andere Pflanzen (Buchweizen), die früher massenhaft angebaut wurden und den Bienen Honig lieferten, verschwinden immer mehr, da die Industrie die früher daraus gewonnenen Produkte heute billiger haben kann.

Die ganze moderne Entwicklung scheint also die Vernichtung der Biene geradezu zu bedingen, auch der erfahrenste Bienenzüchter weiß keine Rettung, und der Stand des Imkers, die „Liebe zum Bienenvolk", die sich früher mit ihm von Vater auf Sohn vererbte, verschwindet allmählich. Die alten Bienenwäter versichern, daß in dem letzten Jahrzehnt, ein gutes Honigjahr ausgenommen, ihre Pfleglinge im Durchschnitt mehr an Unterhaltung gekostet haben, als sie an Honig und Wachs einbrachten, so daß der Ertrag der Imkerei künftighin niemand mehr verführen wird, sich ihr zu widmen.

Damit stehen sehr große reale Werte in Frage. Ganz abgesehen von dem Wegfall des für die Volksgesundheit so zuträglichen Bienenhonigs, unter dessen Namen jetzt schon die schmählichsten Surrogate aufgetischt werden, steht die Rentabilität der für die Gesundheit weitester Kreise ebenso wichtigen Obstzucht in Frage. Daß der Obstbau der seine Blüten befruchtenden Tätigkeit des Bienenvölkleins nicht entbehren kann, wenn er gewinnbringend sein soll, ist allseitig anerkannt. Es läge also ein Widerspruch darin, den Obstbau heben zu wollen und den Imkerberuf zu Grunde gehen zu lassen. Den Bienen wäre schließlich eine Zuflucht in den Naturschutzparks und sonstigen Reservationen zu eröffnen, wo sie bald, ihrer ursprünglichen Lebensgewohnheit folgend, wieder Baumbewohner werden würden. Aber der Obstbau! Vielleicht handelt es sich hier einzig um die richtige Lösung der Frage, wie zweckmäßig bei jedem Obstfeld Pflanzungen mit honigreichen Blüten anzulegen sind.

*) Prometheus 1912, Nr. 1171.



Merkwürdige psychologische Beobachtungen an der Raupe des Pflaumenwicklers (Carpocapsa funebrana hat Dr. med. Rob. Stäger in Bern gemacht.*) Die gefräßigen Raupen, welche aus einer reichen Reineclaudesernte fast keine Frucht verschont hatten, spazierten eines Abends, als Dr. Stäger sich einige besser erhaltene Pflaumen schmecken lassen wollte, sofort wieder auf dem Teller herum. Um nun den etwa 12 Millimeter langen, schwarzköpfigen, gleich behend vor- und rückwärtsgehenden Raupen das Entwischen auf dem Teller zu verleiden, schnitt er mehrere mit dem Dessertmesser mitten entzwei.

„Was ich hierauf" — erzählt Stäger — „sah, wäre schon interessant genug gewesen, um erzählt zu werden; denn der Vorderteil marschierte weiter und die Mandibeln des Kopfes bewegten sich, während der Hinterteil bei Berührung wenigstens noch eine Art peristaltischer Bewegungen ausführte. Aber es sollte noch besser kommen! Sofort fuhr's mir durch den Kopf: wie weit läßt sich dies Geschöpf verstümmeln, ehe totaler Stillstand des Lebens eintritt? Und ich schnitt dem Vorderteil noch einige Leibesringe ab. Keine Veränderung der Lebenstätigkeit; nur das Marschieren wurde infolge der Verkürzung schwieriger. Da wurde ich kühn und trennte mit scharfem, raschem Schnitt den Kopf vom Leibe, so zwar, daß an ihm nur noch zwei Segmente übrig blieben.

„Das ganze verbleibende Gebilde des Kopfes mit seinen anhängenden zwei Ringen war nun kaum mehr ein Millimeter lang, stellte also nur noch den zwölften Teil der unversehrten Raupe dar. Was ich aber an diesem losgetrennten kleinen Insektenkopf wahrnehmen mußte, war einfach toll, gewissermaßen grausig und übersteigt alle bisherigen Begriffe von Lebenszähigkeit. In diesem kleinen Raupenkopf schien das ganze Raupenleben konzentriert zu sein, wie die Lichtstrahlen in einem Brennglase: denn der Kopf dieses geköpften Vielfressers, der Pflaumenwickler-Raupe, fraß weiter — fraß weiter, so wie die Lokomotive weiterrast, auch wenn der Zug entzweigerissen ist.

„Ich traute meinen Augen kaum und nahm die Lupe zu Hilfe, aber es war so. Die Mandibeln bewegten sich und der ganze Kopf verschob sich gegen die noch anhaftenden zwei Segmente. Ich experimentierte nun mit meinem Versuchsobjekt systematisch und legte ½ Zentimeter von ihm entfernt ein Stückchen Pflaumenfleisch hin, und das, was ich kaum erhoffen durfte, geschah: der Stumpf machte sich im Drang der „Pflicht" durch lebhaftes Vorschieben von Kopf und Segmentrest auf die Wanderung nach seiner duftenden Leibspeise, die er nach etwa drei Minuten denn auch tatsächlich erreichte. Hier angelangt, bearbeiteten seine Kiefer erst recht lebhaft das zarte Fleisch seines Leckerbissens und bohrten sich eigentlich in denselben hinein, während der Speisebrei beständig hinten zum Stumpf herausfloß.

„Eine halbe Stunde, genau nach der Uhr gemessen, setzte der fressende Kopf seine Tätigkeit fort, bis die Bewegungen der Mundwerkzeuge langsamer und langsamer, von immer größeren Pausen unterbrochen wurden und alle Funktionen schließlich erloschen."

Der abgetrennte Hinterteil zeigte auch noch Leben ,doch nur bei Berührung. Die peristaltische Bewegung, die wir an ihm bei Berührung mit der Messerspitze beobachten, ist nur automatisch, dieser Stumpf ist nichts mehr als eine Reflexmaschine einseitiger Arbeitsleistung ohne Oberleitung. Der Kopf ist die Lokomotive, die den ganzen langen Zug hinter sich her schleppt, dahin, wo sie geht, so lange sie geht und wie sie geht. Hier in diesem Kopfstück des Eisenbahnzuges ist das Kohlenmaterial aufgehäuft, brennt das Feuer und entwickelt sich die Dampfkraft, die so lange wirkt, wie der Mechanismus unversehrt bleibt.

Ein Beweis ist durch Dr. Stägers Beobachtung sicher erbracht: Die Insektenpsyche ist nicht so dezentralisiert, wie manchmal angenommen wird, im Gegenteil sind auch hier bei diesen niederen Formen tierischer Lebewesen die psychischen Funktionen an ein wenn auch noch so primitives Zentralorgan gebunden, das in unserem Fall durch ein Ganglienknötchen repräsentiert wird.

Der Raupenkopf sieht, riecht offenbar tadellos. Er ist es, der durch Vermittlung seines Ganglienapparats die zwei noch vorhandenen Segmente zur äußersten Kraftleistung und Bewegung anspornt. Gestützt auf die Sinneseindrücke werden trotz der erschwerten Umstände zweckmäßige Bewegungen ausgeführt. Der Stumpf wandert nicht erst da und dort herum, sondern steuert direkt auf das Ziel, seine Nahrung, los. Eine intelligente Handlung kann das gleichwohl nicht sein: was nützt dem Krüppel, der über keinen Darm, keinen Leib mehr verfügt, das Fressen!

Dieses Gebaren beweist im Gegenteil, daß seine Psyche nicht frei ist, sondern einem Trieb folgt, aus dessen Geleise sie nicht heraus kann. Das bedeutet nicht nur einen quantitativen, sondern auch einen qualitativen Unterschied zur menschlichen Psyche, die nach freiem (?) Ermessen und gemäß innerer Überlegung dies tut oder jenes tut, dies oder jenes meidet.

Die Psyche unseres Raupenkopfes muß aber das tun, wozu sie durch ihre sinnliche Erkenntnis gereizt wird. Die Tierpsyche arbeitet einseitig, nach einer Schablone, wobei jedoch unter Umständen innerhalb dieser Einseitigkeit eine Vervollkommnung nicht ausgeschlossen ist. Von Intelligenz jedoch, von überlegtem Handeln kann bei dem riechenden, wandernden, fressenden Raupenkopf nicht die Rede sein.

Dr. Stäger kann jedoch auch nicht annehmen, daß die Funktionen des Kopfes bloße Reflexerscheinungen sind, wie die peristaltischen Bewegungen des gereizten Hinterteils; denn die Kiefer des Kopfstumpfes bewegten sich auch dann, wenn der Reiz des Pflaumenduftes fehlte. Wirkte aber dieser äußere Reiz ein, so wurden alle Funktionen zielstrebiger: der Stumpf wurde zur äußersten Kraftanstrengung getrieben, auf ein Ziel los, die Nahrung. Ein reiner Automat, eine Freßmaschine, wird sich nicht von der Stelle rühren oder, als bewegliche Maschine gedacht, wenigstens nicht zweckmäßige

*) Zeitschr. für wissenschaftl. Insektenbiologie, Bd. VIII (1912), Heft 3.



Ortsveränderungen ausführen, wenn sie sich selbst überlassen ist.

Die Einwirkung des äußeren Reizes auf das Geruchsorgan allein kann die auf das Ziel lossteuernde Bewegung des Kopfstumpfes nicht erklären. Nur bei der Annahme, daß der äußere Reiz auch innerlich wahrgenommen, empfunden wird, läßt sich eine dem äußeren Reiz angemessene und zweckmäßige Gegenwirkung begreifen. Eine Maschine hat keine Empfindung, keine innere Erkenntnis. Mit dem Begriff des Reflexes ist die Aktionsfolge des amputierten Raupenkopfes nie und nimmer erschöpfend erklärt, nähme man auch alle erdenklichen elektrischen Wellen zu Hilfe. Materie bleibt Materie und ist mit „Wahrnehmung", „Empfindung", „Erkenntnis" durchaus unvereinbar. Wohl oder übel sind wir gezwungen, über der Materie ein geistiges Prinzip anzunehmen, das wir Lebenskraft, Instinkt oder Tierseele nennen mögen.

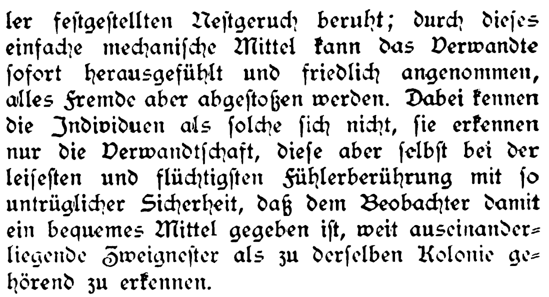
Das Gehirn auch beim unversehrten Tiere als alleinigen Sitz der Seele bezeichnen zu wollen, wäre nach Dr. Stägers Ansicht falsch. Als immaterielles Prinzip muß die Psyche im Ganzen sowohl wie auch im einzelnen Teil ganz enthalten sein können. Das erhellt unmittelbar aus dem Begriff des Immateriellen. Wenn nun, wie in unserem Falle, trotz Amputation das Gehirn eine Zeitlang noch weiter „arbeitet", so ist das geradezu ein experimenteller Beweis für das ungeteilte Vorhandensein der Psyche auch im Teil. Auch müssen wir uns notgedrungen zu der Annahme bequemen, daß, unter Umständen wenigstens, wie in unserem Falle, mit der Trennung des Kopfes vom Leib der Tod noch nicht eingetreten ist und das psychische Leben (im Kopfstück) eine Weile noch nicht aufgehört hat. Wahrscheinlich ist auch im Rumpfstück das psychische Leben noch nicht sofort erloschen, aber da die entsprechenden nervösen Apparate (das Gehirn) fehlen, so tritt es nicht in Erscheinung und es bleibt nur noch die Reaktion der Reflexmaschine.

Warum nach einer solchen Amputation bei gewissen Insekten das Leben sofort, bei anderen erst nach einiger Zeit erlischt, das muß wohl in der Struktur der nervösen Organe liegen. Je rascher das nervöse Organ, als Instrument der Psyche, unbrauchbar wird, desto schneller fehlen die Angriffspunkte für die Psyche, desto rapider erlischt das „Leben". Die nervösen Apparate, besonders das „Gehirn" der Insekten vergleichend mikroskopisch-anatomisch zu untersuchen, muß die Aufgabe der experimentellen Insektenpsychologie sein.

Interessante neue Beobachtungen an Ameisen hat in den letzten Jahren Chr. Ernst veröffentlicht;*) aus ihnen seien hier die Bemerkungen über „Freundschaft" und Tod bei isolierten Ameisen wiedergegeben.

Ernst meint nicht die Freundschaft, in der alle Ameisen derselben Kolonie miteinander leben. Sie ist bekannt als Verwandtschaft eigener Art, die auf einem spezifischen Geruch, dem durch die Füh-

*) Biolog. Zentralblatt Bd. 25, Nr. 2, Bd. 26, Nr. 7, Bd. 32, Nr. 3.



ler festgestellten Nestgeruch beruht; durch dieses einfache mechanische Mittel kann das Verwandte sofort herausgefühlt und friedlich angenommen, alles Fremde aber abgestoßen werden. Dabei kennen die Individuen als solche sich nicht, sie erkennen nur die Verwandtschaft, diese aber selbst bei der leisesten und flüchtigsten Fühlerberührung mit so untrüglicher Sicherheit, daß dem Beobachter damit ein bequemes Mittel gegeben ist, weit auseinanderliegende Zweignester als zu derselben Kolonie gehörend zu erkennen.

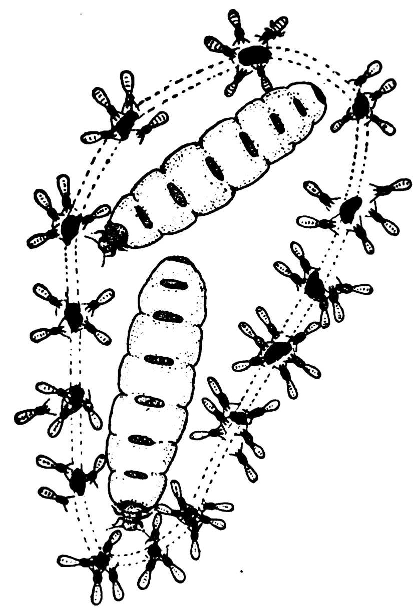
Während also in der Ameisenkolonie keine zwei Individuen einander vor den anderen bevorzugen oder in ein sichtbares engeres Verhältnis treten, sieht es bei isolierten Ameisen wesentlich anders aus. Bei einer großen Anzahl von Versuchen mit Einzelameisen gelang es mit mehr oder weniger Erfolg, die Tiere zu einer Art Befreundung zu bringen. Die zwei Ameisen stehen dann immer beieinander, und zwar entweder voreinander, indem sie die Fühler leise hin und her bewegen, so daß diese ab und zu sich ruhig berühren, oder sie stehen parallel beieinander und gleichgerichtet mit entsprechender Fühlerberührung, oder aber entgegengesetzt gerichtet, so daß jede mit den Fühlern den Hinterleib der Gefährtin betasten kann. Da die Fühlerbewegung ein sehr deutliches Ausdrucksmittel für Erregung und Beruhigung ist, so ersieht man aus den langsamen wiegenden Bewegungen, daß diese Berührung den Tieren eine — wenn auch nur sinnliche — Befriedigung gewährt. Das Gegenteil zeigt sich sofort bei einer zufälligen oder absichtlich herbeigeführten Trennung. Dann suchen die Tierchen sich mit allen Merkmalen der Unruhe, während der Akt des Wiederfindens je nach Sonderart durch bestimmte Ausdrucksweise der Befriedigung ausgezeichnet wird, durch lebhaftes und rasches Berühren mit den Fühlern, Belecken des Maules und dergleichen, wonach die Tiere allmählich wieder in den Zustand ruhigen Beisammenseins übergehen. Es sind also drei aufeinanderfolgende Erscheinungen bei einer solchen Trennung, die sich deutlich voneinander abheben, vorher Beruhigung, dann Erregung, nachher wieder Beruhigung.

Am besten gelingen solche Versuche mit Königinnen, weniger gut mit Arbeiterinnen. Auch die Arten unterscheiden sich in Leichtigkeit und Stärke der Befreundung. Es gelingen selbst Versuche mit ortsfremden Individuen. Nachdem eine in der Zelle schon einheimische Formica rufibarbis zwei zu ihr gesellte Formica pratensis feindselig empfangen hatte — beide gingen nach einigen Tagen ein — betrug sie sich gegen eine sodann zu ihr gesetzte dritte Pratensis aus demselben Neste sofort ohne alle Feindseligkeit, und nach mehreren Monaten waren die beiden Tiere noch so unzertrennlich beisammen, wie Ernst es bis dahin von keinem Arbeiterpaar erlebt hatte. Überschaut man die Vorgänge, so hat es fast den Anschein, als seien für die Rufibarbis die Schicksale der drei Pratensis in eins zusammengeflossen, als habe sie von dem Wechsel der Individuen gar nichts bemerkt, und indem jede Pratensis da fortsetzte, wo die Vorgängerin aufhörte, war es bei der Rufibarbis langsame Gewöhnung an die fremde Art.

Merkwürdige Wahrnehmungen ergaben sich nun beim Tode einer von zwei befreundeten Ameisen. Die Ausdrucksformen hiebei sind stark und ungewöhnlich und denen eines tieferen Seelenlebens nicht unähnlich. Nach dem Absterben der Gefährtin und schon während desselben bemächtigt sich der überlebenden eine große Unruhe. Sie geht ruhelos um den Körper herum, befühlt ihn, beleckt den Mund und bei Rücken- oder Seitenlage auch den Hinterleib, tritt dann wie suchend weg, stockt, kehrt zurück, setzt ein oder beide Vorderbeinchen auf den daliegenden Körper und wittert mit vorgestrecktem Kopfe und starr ausgestreckten Fühlern in die Luft. Gerade jenes rasche, stoßweise, ruckweise Hin- und Abwenden ist den Tieren im Zusammenleben sonst ganz fremd. Es gehört mit dem unruhigen, aufgeregten Befühlen und Belecken zu den typischen Ausdrucksbewegungen. So geht es eine Zeitlang hin und her, ohne daß das Tier zur Ruhe kommt. Nach einem bis zwei Tagen ändert sich das Verhalten vollständig. Die Überlebende meidet die Tote, bedeckt sie wohl mit Erde oder schleppt sie auf einen entlegenen Abfallplatz, nach allgemeiner Ameisensitte.

Wenn wir eine Erklärung der seltsamen Erscheinungen bei „Freundschaft" und Tod versuchen, so wäre es übereilt, ohne weiteres an die höheren Gefühle unseres eigenen Seelenlebens zu denken, an die erhabenen Gefühlszustände einer hochstehenden menschlichen Freundschaft oder der Trauer um einen lieben Verstorbenen. Wir müssen die Erklärung an der untersten Grenze suchen, und einer solchen einfacheren, dem Sinnenleben sich anschließenden Erklärung nähern wir uns, wenn wir bedenken, wie sehr ein beständiges, wenn auch noch so flüchtiges Berühren mit den Fühlern ein starkes, den Staat erhaltendes Bedürfnis für die Ameisen ist. Es ist die Grundlage des sozialen Verkehrs, jedes begegnende Individuum wird betastet und so geprüft. So mag wohl bei zwei isolierten Ameisen jede dieses Bedürfnis an der einzigen Gefährtin befriedigen. Auch die Unruhe und das Unlustgefühl bei der zeitweiligen Trennung, sowie die Erregung beim Tode der Gefährtin würden sich so annähernd erklären lassen. Nicht erschöpfend, meint Ernst; es scheinen hier vielmehr Gefühlsformen vorzuliegen, wenn auch nur spurenhaft, die das einfache Sinnesleben überragen. Das menschlicher Verzweiflung täuschend ähnliche Gebaren der kleinen Rufibarbis beim Tode ihrer Gefährtin läßt sich kaum anders erklären, wenn man sich auch hüten muß, ihr eine solche Verzweiflung wirklich zuzuschreiben.

Über die Baukunst der Termiten, bezüglich deren sie eine der höchsten Stellen im Tierreich einnehmen, berichtet Prof. K. Escherich*) anläßlich eines ihre Baumethode besonders illustrierenden Falles, der großes psychologisches Interesse beansprucht. Es handelte sich für die von dem Beobachter auf Ceylon in ein künstliches Nest zwischen zwei Glasplatten gesetzten zahlreichen Termiten darum, zwei Königinnen einzumauern. Dazu wurde folgender Weg eingeschlagen: Rings um die beiden Königinnen bildeten sich in gewissen Abständen Gruppen von Soldaten, welche die Köpfe gegeneinander und zugleich aufwärts gerichtet hielten, ständig mit den Fühlern in der Luft herumpendelnd. Nun kamen Arbeiter, die in den von den Soldaten umstellten Plätzen Pfeiler zu errichten begannen. Erdklümpchen wurde auf Erdklümpchen gehäuft, und so entstanden im ganzen Umkreis in einem gewissen, nicht überall gleichen Abstande von den Leibern der Königinnen zahlreiche kleine Türmchen, die ungefähr in gleichem Schritt in die Höhe wuchsen. Dann ging man daran, die Pfeiler immer in der Richtung gegen die benachbarten zu verbrei-



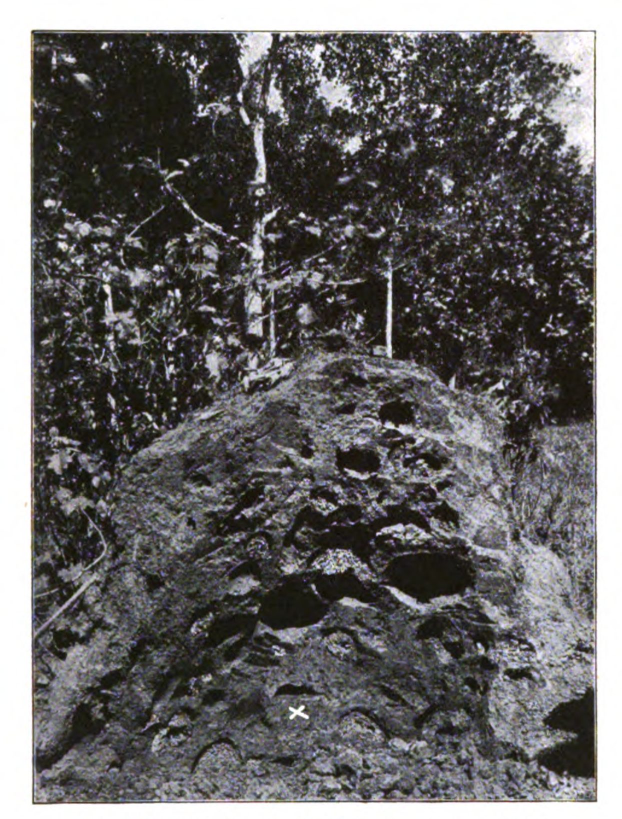
Einmauerung zweier Termitenköniginnen. (Aus K. Escherich, Termitenleben, Verlag Gustav Fischer, Jena.)

tern, bis sie schließlich zusammenstießen. Am nächsten Morgen waren die beiden Königinnen von einem gemeinsamen, zusammenhängenden, gleichförmigen Wall umschlossen, der vom Boden des Nestes bis zur Decke reichte und nur am Grunde eine Reihe Löcher, Tore zum Ein- und Ausgehen, aufwies.

Angesichts des Anblickes mußte man den Eindruck haben, daß die einzelnen Gruppen unabhängig von einander arbeiteten; denn die Abstände waren verhältnismäßig groß, auch schienen die Gruppen von Soldaten und Bauarbeitern sich gar nicht um die Nachbarn zu kümmern. Dennoch muß ein psychischer Zusammenhang zwischen ihnen vorhanden gewesen sein, sonst würde nimmermehr als Ergebnis ein so einheitlicher und ohne unnötige Ausbuchtungen gerade verlaufender Wall entstanden sein. Es hatte geradezu den Anschein, als ob das Bauwerk vorher genau abgesteckt worden wäre.

Diese sehr vorteilhafte, d. h. rasch zum Ziele führende Art des Bauens erfordert zweifellos einen sehr komplizierten Instinktmechanismus. Der Nachahmungstrieb in vielen gleichgesinnten und gleichgestimmten Köpfen allein genügt zur Erklärung nicht; denn er erklärt nicht, wie die verschiedenen

*) Biolog. Zentralblatt, Bd. 32 (1912), Nr. 4



Längsschnitt durch einen Termitenhügel (Termes obscuriceps). Unten in der Mitte bei × Zentralkern mit Königszelle, darüber drei auffallend große Pilzkammern. (Aus Escherich K., Termitenleben. Verlag Gustav Fischer, Jena.)

Arbeitsgruppen dazu kommen, die Pfeiler an solchen Stellen zu errichten, daß durch ihre Verbindung ein gerader Wall entstand. Durch Nachahmung allein können wohl eine Anzahl ähnlicher Pfeiler und Türmchen aufgebaut werden, doch werden diese dann regellos nebeneinander stehen oder jedenfalls nicht in so bestimmter Weise gegeneinander gerichtet sein, wie es bei dem Aufbau dieses Walles der Fall war. Prof. Escherich hat zur Charakterisierung dieser Bauweise die Bezeichnung „Bauen per confluentiam durch Interposition“ eingeführt, im Gegensatz zum „Bauen per continuitatem durch Apposition“.

In seinem höchst anziehend geschriebenen Buche „Termitenleben auf Ceylon“, in dem auch der vorstehende Fall schon geschildert ist, entwirft Prof. K. Escherich*) interessante Bilder des Lebens, Bauens und Treibens dieser merkwürdigen Tropeninsekten. Da es bei der Reichhaltigkeit des Inhalts unmöglich ist, auf alle Beobachtungen einzugehen, so mögen hier wenigstens zwei Punkte erwähnt werden.

Über die Kampfesweise der verschiedenen Termitengattungen hat sich aus Prof. Escherichs Versuchen folgendes ergeben: Der Termes-Soldat benutzt als Hauptwaffe seine Kiefer, die er als Dolch oder Schere gebraucht; der Capritermes-Soldat kämpft ebenfalls mit seinen langen asymmetrischen Kiefern, jedoch gewöhnlich so, daß er den Feind damit weit von sich schleudert; der Eutermes-Soldat verwendet als Hauptwaffe seine „Nase“, mit der er auf den Feind lostrommelt, ihn zugleich mit dem Nasensekret beschmierend; der Coptotermes-Soldat verteidigt sich mit seinem Milchsaft, mit dem er den Feind dermaßen einseift und verklebt, daß er kampfunfähig gemacht wird. — Als eine besondere Eigentümlichkeit ist das „Köpfen“ seitens der Termes obscuriceps-Arbeiter zu erwähnen. Bei einem der daraufhin angestellten Versuche packte dieser Arbeiter einen feindlichen Arbeiter (Termes Redemanni), zuerst an den Beinen, dann an der Kehle und trennte ihm schließlich den Kopf vom Rumpfe. Dies Schauspiel wiederholte sich häufig, stets gingen die Obskurizeps-Arbeiter darauf aus, ihren Gegnern die Köpfe abzuschneiden.

Eine Reihe von Versuchen, besonders bei der Gattung Termes, ergab einen wesentlichen Unterschied zwischen Arbeitern und Soldaten, den man folgendermaßen ausdrücken könnte: Handelt es sich um gleich große Gegner, so werden diese in erster Linie von den Arbeitern bekämpft, während die Soldaten dem Kampf möglichst auszuweichen versuchen. Handelt es sich dagegen um viel größere Gegner, so sind es umgekehrt die Soldaten, die den Kampf aufnehmen, während die Arbeiter sich mehr oder weniger gleichgültig benehmen. Dies mag daher rühren, daß im ersteren Falle die Soldaten infolge ihrer Organisation (Kieferbildung) im Nachteil sind; denn sowie es einem Arbeiter gelingt, den Soldaten an der Unterseite zu packen — und darauf zielen die Arbeiter ab — so ist der Soldat verloren, weil die aufwärts gebogenen Kiefer es ihm unmöglich machen, den am Bauch festgebissenen Arbeiter zu erreichen. Bei einem ihn an Größe weit überragenden Feind dagegen fällt dieses Moment weg und die scharfen Scherenkiefer des Soldaten können gut zur Geltung kommen.

Der Termitensoldat ist eben sehr einseitig spezialisiert, und zwar in erster Linie für die Verteidigung der Nesteingänge. Dabei steht er gewöhnlich so, daß nur der harte Kopf dem Feinde zugänglich ist, während der weiche Hinterleib und vor allem die Unterseite vollkommen geschützt und den Angriffen entzogen sind. Für diese eigentliche Funktion des Soldaten sind die aufwärts gebogenen Kiefer, die im freien Zweikampf eine so unbrauchbare Waffe darstellen, ganz vorzüglich geeignet; denn durch die Aufwärtskrümmung der Mandibeln hat die Natur das schwierige Problem gelöst, daß der Soldat nicht nur die Nestöffnung mit seinem Schädel verstopfen, sondern zugleich auch dem Feinde seine scharfen Kiefer entgegenstrecken und gegen ihn anwenden kann. Darin ist der Termitensoldat z. B. dem Ameisentürwächter (Colopobsis) überlegen, der sich damit begnügen muß, die Eingänge mit seinem dicken Kopf einfach zuzustopfen. Die Erkennung von Freund und Feind findet auch bei den Termiten hauptsächlich mit Hilfe des Geruchssinnes statt.

Bekanntlich ist von altersher die Annahme weit verbreitet, daß die Termiten sehr lichtscheu sind. Prof. Escherich hat sowohl durch Beobachtung in freier Natur wie auch durch das Experiment bewiesen, daß diese Annahme ein Irrtum ist und daß von einer eigentlichen Licht-

*) Jena, Verlag von G. Fischer, 1911.



scheuheit der Termiten keine Rede sein kann. Verschiedene Termes-Arten führten am hellen Tage im grellsten Sonnenschein ihre Bauten auf, beim Aufreißen ihrer festen Burgen strömten zahlreiche Soldaten gegen die hell beschienenen Öffnungen; eine Eutermes-Art unternimmt, unbekümmert um die Sonne, ihre Prozessionen, die Soldaten einer anderen setzen ihre Retortenköpfe stets dem Lichte aus, indem sie die Öffnungen der Nestdecke damit verstopfen, während Arbeiter derselben Spezies das schützende Nest ganz und gar verlassen, um im Sonnenschein auf der weißen Unterlage Karussel zu laufen. Auch das Königspaar und sein Hofstaat ließen sich durchaus nicht stören, wenn sie dem Lichte ausgesetzt wurden.

Durch Versuche mit verschiedenfarbigen Gläsern und verschiedenen Termitenarten hat Prof. Escherich den Beweis erbracht, daß sich die Termiten absolut gleichgültig und unempfindlich gegen die verschiedenen Farben verhalten. Damit ist die Unempfindlichkeit bezw. das Fehlen photodermatischer Empfindungen dieser Termiten gegen die Lichtstrahlen, von welcher Wellenlänge diese auch sein mögen, experimentell erwiesen.

Ein Kapitel des Buches beschäftigt sich mit der ökonomischen Seite des Termitenproblems und weist nach, einen wie gewaltigen Schaden diese unersättlichen und nichts — außer Stein, Eisen und Eisenhölzer — verschonenden Fresser anrichten. An vielen Beispielen wird nachgewiesen, daß von einer Harmlosigkeit dieser Tiere nicht die Rede sein kann, daß vielmehr auch auf Ceylon trotz aller Vorsichtsmaßregeln die Termiten immer noch eine furchtbare Plage bilden, die dem Lande jährlich Unsummen kostet. In den Häusern, wo sie alles, vom Dachbalken bis zur Schwelle, zernagen, auf den Wiesen, wo sie den Kühen durch ihre harten Hügelbauten die magere Weide beschneiden, an Straßen-, Bahn- und Dammbauten, an lebenden Pflanzen, überall sieht man die Spuren dieser gefährlichen Insekten, von denen nicht weniger als zwei Drittel der Insel unterminiert sind.

Die interessante Frage, welche Sinnesorgane den Mitgliedern der niederen Tierwelt eigen sind, bringt Prof. Dr. Fr. Dahl hinsichtlich der Spinnen-Hörorgane zum Austrag.*) Schon im Jahre 1883 hatte Prof. Dahl darauf hingewiesen, daß feine, eigenartig eingelenkte, äußerst bewegliche Haare in der Klasse der Spinnentiere weit verbreitet sind und in sehr beständiger Anordnung auftreten. Er schloß aus dieser Anordnung und aus dem Bau der Gebilde, daß sie wahrscheinlich eine höhere physiologische Bedeutung hätten, zumal da man sie von Haargebilden, die nach Bau und Stellung sicher Tasthaare sind, scharf unterscheiden könne. Es zeigte sich, daß man das Ende der längeren dieser zarten Haare bei Anstreichen eines tieferen Tones auf der Geige unter etwa 600facher Vergrößerung deutlich in Schwingungen geraten, d. h. unscharf werden sieht, und aus dieser Tatsache folgerte Prof. Dahl, daß es Hörhaare seien.

Für diese Annahme, die von zahlreichen Zoologen kritisiert worden ist, führt Prof. Dahl unter Widerlegung der Einwände neue Beweisgründe vor. Daß die Spinnen hören können, ist durch folgenden Versuch Henkings leicht festzustellen: Man sperre Wolfsspinnen in einen Kasten ein, der an einer Seite eine dichte Gazewand besitzt, und gewöhne sie zunächst daran, in diesem Kasten Futter zu nehmen. Alsdann lasse man hinter der Gazewand eine Fliege brummen. Sofort werden die in der Nähe befindlichen Wolfsspinnen in der Richtung auf die Fliege vorstürzen, vorausgesetzt, daß sie hinreichend hungrig sind. Auch sonst kann man Spinnen leicht aus ihrem Versteck hervorlocken, indem man in der Nähe eine Fliege summen läßt.

Zu der Annahme, daß die genannten Sinneshaare als Gehörorgane dienen, berechtigen die folgenden sechs Punkte: 1. Die Tatsache, daß die Haare sehr beweglich eingelenkt sind, auf Nervenendigungen stehen und durch Töne in Schwingungen geraten. 2. Die Tatsache, daß Spinnen das Brummen einer Fliege anderen Tönen und Geräuschen gegenüber erkennen, und daß andere Organe, die man als Gehörorgane deuten könnte, nicht bekannt sind. 3. Die Tatsache, daß die genannten Sinneshaare besonders bei freilebenden Spinnen vorkommen. 4. Die Tatsache, daß sich die Haare meist in sehr regelmäßiger Größenabstufung zeigen. 5. Die Tatsache, daß sie auf den zu Tastorganen ausgebildeten Vorderfüßen der Taranteliden fehlen, während sie auf den drei anderen Beinpaaren vorkommen. 6. Die Tatsache, daß sich diese Sinneshaare scharf von unzweifelhaften Tasthaaren unterscheiden lassen.

Prof. Dahl zeigt ferner, welchen Dienst die Hörhaare dem Systematiker zur Unterscheidung der Spinnenordnungen leisten können.

*) Zoolog. Anzeiger, Bd. 37, Nr. 25 (1911).

Eine Welt im Uhrglas.

An einem schon vielfach untersuchten und beschriebenen Urtierchen, dem vielgestaltigen Wechseltierchen (Amoeba proteus), hat Dr. Karl Gruber*) aufs neue biologische und experimentelle Untersuchungen angestellt, die sehr geeignet erscheinen, den Leser in die Wunderwelt der mikroskopisch Kleinsten einzuführen.

Die weit verbreiteten Tierchen wurden aus Tümpeln in der Umgebung Münchens gewonnen und in Uhrschälchen gezüchtet, die in weichem, kalkarmem Wasser pflanzliche und tierische Zerfallsprodukte und lebende Algen enthielten, während als Nahrung kleine Infusorien, wie Coleps, Colpidium oder die verschiedensten Geißeltierchen (Flagellaten) hineingetan wurden. Das Wasser dieses Miniaturaquariums mußte nach einigen Tagen erneuert werden; als Zeichen des Wohlbefindens war es anzusehen, wenn der größte Teil der Kulturtiere, also der Amöben, am Boden festgeheftet war.

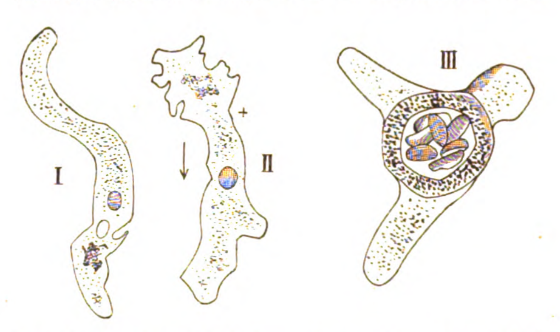
Die zu den größten Amöbenformen gehörige, 300 bis 500 Mikromillimeter im Durchschnitt messende Amoeba proteus trägt ihren Artnamen mit Recht; denn wie der vielgestaltige griechische Halbgott, der Meergreis Proteus, verfügt sie über zahl-

*) Archiv für Protistenkunde, 25. Bd. (1912), 3. Heft.



reiche Formen. Neben fast kugeligen Individuen mit kleinen Scheinfüßchen (Pseudopodien) kann man in den Kulturgläschen Formen finden, bei denen der Körper in eine Menge großer, fingerförmiger, oft außerordentlich lang ausgezogener Pseudopodien aufgelöst erscheint; daneben wieder zeigen sich lange und schmale, pseudopodienlose wurmförmige Tiere oder aber am Boden festhaftende, zu einem dünnen Blättchen ausgebreitete Individuen mit massenhaften hellen Pseudopodien. Zwischen allen diesen einzelnen Formen finden sich Übergänge; die Entstehung der einzelnen Formen ist von dem Zustand der Amöbe und der Beschaffenheit ihrer Umgebung abhängig.

Auch das **Plasma**, der Körperstoff der Amöbe, ist von wechselnder Dichte und Zähigkeit. In gutem Zustande befindliche, mit vollkommener Lebensfrische ausgestattete Tierchen zeigen im allgemeinen ein helles, flüssiges, leicht bewegliches Plasma, während in Exemplaren, die leicht geschädigt, schlecht ernährt oder in beginnender Entartung begriffen sind, sich die für Amoeba proteus so typischen lichtbrechenden Körnchen dichtgedrängt vorfinden und dem Plasma ein dunkles Aussehen geben; es erscheint dann meist träge und zähflüssig. Das Tierchen enthält gewöhnlich nur **eine** pulsierende Vakuole und bei reger Freßtätigkeit eine mehr oder minder große Anzahl mehr oder weniger stark verdauter Nahrungsreste, teils noch in Nahrungsvakuolen, teils schon ganz vom Plasma umschlossen. Der Kern ist normalerweise fast stets in der Einzahl vorhanden.



I und II. Wurmförmige Wanderformen der Amoeba proteus. + Stelle, an der das Ektoplasma wieder in den Körper einbezogen wird. III Gleichzeitiger Einschluß von acht Exemplaren von Coleps in eine Nahrungsvakuole.

An **Ortsbewegungen** zeigt A. proteus streng genommen nur eine Form, und zwar die des Kriechens. Dabei kann die Amöbe eine sehr wechselnde Gestalt annehmen. Man findet bei der Kriechbewegung z. B. neben stark verzweigten Individuen und solchen, die breit ausfließend sich bewegen, Formen, die eine geradezu wurmförmige Gestalt annehmen und behalten ohne seitliche Pseudopodien; man kann sie als Wanderformen der Art bezeichnen. In den weitaus meisten Fällen des Kriechens heftet die Amöbe sich mittels einer klebrigen Substanz ziemlich energisch an der Unterlage fest, und zwar hauptsächlich mit dem Vorder- und dem Hinterende, während der Mittelteil des Körpers leicht über den Boden sich wölbt, so daß Infusorien sich ungehindert zwischen Boden und Amöbe hindurchbewegen können. Eine vollständige mechanische Erklärung der Amöbenbewegung liegt darin, daß sich unablässig Innenplasma in Außenplasma umwandelt und letzteres (das Ektoplasma) sich wieder in Innenplasma (Entoplasma) rückbildet. Die Bewegung kommt so zu stande, daß in Axenrichtung vorwärts strömendes Innenplasma am Vorderende der Amöbe an die Oberfläche tritt, dort nach Berührung mit dem Wasser unter Zurückstoßung seiner Körnchen zu Ektoplasma umgewandelt wird, um dann später wieder an irgend einer Stelle, meist gegen das Hinterende zu, durch Einbeziehung in den Körper im Entoplasma rückgewandelt zu werden.

Eng verknüpft mit den Bewegungserscheinungen ist die **Reaktion der Amöben auf äußere Reize**. Während Abkühlung eine stete Verlangsamung der Bewegung zur Folge hat, die bei gänzlichem Einfrieren mit dem gleichzeitigen Absterben der Amöbe aufhört, findet man bei Erwärmung zunächst eine Zunahme der Bewegungsintensität bis gegen 35° C, dann plötzliche Abnahme der Bewegung, Abkugelung und Degeneration. Auch bei der Anwendung anderer Reize, z. B. konstanter elektrischer Ströme oder Röntgenstrahlen, zeigt sich, daß der Enderfolg andauernder starker Überreizung stets der Tod ist.

Dr. **Gruber** beobachtete die Bewegungserscheinungen einer in 30° C gebrachten A. proteus. Die anfängliche Steigerung der Bewegungsstärke machte nach einiger Zeit einer Verlangsamung Platz, äußerlich bemerkbar an der beginnenden Abkugelung. Um die in Abkugelung befindliche Amöbe beginnt sich ein Mantel von hyalinem (glasigem), scheinbar ganz strukturlosem, glashellem Plasma abzuscheiden, während unter gleichzeitiger starker Größenzunahme der ihres Rhythmus beraubten zusammenziehbaren Vakuole das körnchenführende Plasma samt den festen Einschlüssen nach der Mitte des kugeligen Körpers zu sich verlagert. Läßt man die Wärme weiter einwirken, so wird der hyaline Mantel immer breiter, während sich die Granula samt dem übrigen geformten Inhalt des Plasmas in der Kugelmitte fest zusammendrängen, bis mit einem Male der Mantel zerfällt und als Rest der Amöbe ein ziemlich festes Haufenwerk von körniger, trockener Beschaffenheit zurückbleibt, aus Kern, Granula und zufälligen Einschlüssen bestehend. Bringt man aber die erwärmte Amöbe vor Eintritt des Zerfalles wieder in kühles Wasser, so kommt es vorher zu einer Erholung, die sich dadurch zu erkennen gibt, daß der vorher groblappige oder bucklige Mantel sich in eine große Anzahl fingerförmiger hyaliner Fortsätze gliedert, die bei fortwährender leichter Formänderung der Amöbe das Aussehen einer Maulbeere geben. Nach mehreren Stunden werden diese Fortsätze allmählich eingezogen, die übermäßig vergrößerte Vakuole verkleinert sich und nimmt ihren Rhythmus wieder an, die Amöbe verliert die ausgesprochene Kugelform und bildet sich schließlich wieder zu einem Tierchen gewöhnlichen Aussehens zurück.

Das hyaline Plasma, das sich hier bei der Wärmereizung um die abgekugelte Amöbe ausscheidet, erscheint genau gleich dem hyalinen Plas-

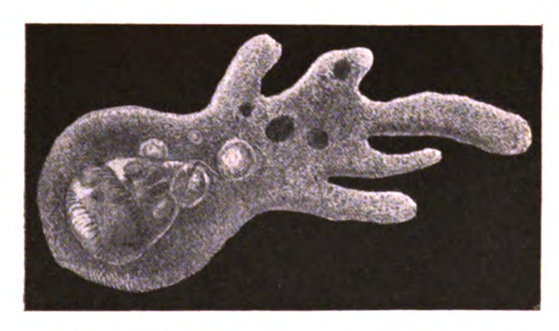


ma, das bei Aufnahme von Nahrung auf den Reiz des Beutetieres hin über und um dieses Tier gesendet wird. In diesen Fällen ist also das Ektoplasma starkflüssig, während bei der normalen A. proteus das Ektoplasma als relativ festerer Mantel das flüssigere Entoplasma einschließt. Die Bezeichnungen Ekto- und Entoplasma bedeuten also nur die Lage, nicht eine bestimmte Beschaffenheit des Plasmas.

Sehr geeignet ist unsere Amöbe für die Beobachtung der Nahrungsaufnahme, die auf verschiedene Weise erfolgen kann. Dr. Gruber beobachtete bei ihrer Nahrungsgewinnung fast in allen Fällen die Methode der Umwallung oder Zirkumvallation; das Amöbenplasma sendet an beiden Seiten der Beute vorbei Pseudopodien aus, die sich jenseits der Beute wieder vereinigen und nach ihrer Verschmelzung einen vollständigen Wall um sie herum bilden, um sich bald darauf auch an der Ober- und Unterseite des Nahrungskörpers zusammenzuschließen, so daß dieser vollständig eingekerkert wird, ohne daß das Plasma selbst bis dahin mit ihm irgendwie in direkte Berührung gekommen zu sein braucht. Amoeba proteus zieht die verschiedenartigste tierische Nahrung der pflanzlichen — Algen — bei weitem vor. Nur mit Hilfe der Zirkumvallation ist es ihr möglich, so rasch bewegliche größere und kleinere Ziliaten, wie Paramaecium, Colpidium usw., ferner Flagellaten und Rotatorien aufzunehmen, da bei der Umwallung das Beutetier anscheinend von der Amöbe überrascht wird. Eine von häutigem Ektoplasma umgebene Amöbe strebt dann eine Beute zu umwallen, wenn der von der Beute ausgehende Reiz eine Aufquellung und Verflüssigung der gereizten Stelle der Oberflächenhaut zur Folge hat. Obwohl die Aufnahme der Nahrung von Beginn der Annäherung des Beutetieres bis zu seinem völligen Einschluß in den Amöbenleib einen rein mechanischen Vorgang darstellt, so könnte man doch beinahe von einem „Fang" sprechen, da es vielfach so aussieht, als habe die Amöbe das ahnungslose Beutetier überrascht. Im folgenden einige Beispiele dieser Fangweise.

Eine Amoeba proteus kriecht am Boden und nähert sich dabei einem ruhig liegenden lebenden Infusor. Ist eine genügend große Annäherung von Amöbe und Beutetier erreicht, so beginnt auf Reizwirkung des letzteren hin plötzlich hyalines Plasma aus dem Amöbenleib auszutreten und entweder wallartig um das Infusor herumzufließen oder aber häufiger wie eine Glocke sich über das Tier zu stülpen. Anfänglich liegt das Infusor noch ruhig auf dem von Amöbenplasma freien Boden des Kulturgläschens, dann sucht es plötzlich, anscheinend überrascht, zu fliehen, sieht sich aber, während es nun nach Verlassen des Bodens auch unterflossen wird, in einer immer enger werdenden Höhle gefangen. Auf diese Weise gelang es einmal einer Amöbe, acht Exemplare von Coleps hirtus, die an einer Stelle des Untergrundes mit Nahrungsaufnahme beschäftigt waren, zugleich zu überdecken und gemeinsam in eine Vakuole einzuschließen.

Ein zweiter Fall. Die Amöbe sitzt fest und ruhig am Boden. Es nähert sich ihr nun ein Infusor, und die Amöbe beginnt, sobald das Tier in eine gewisse Nähe gekommen ist, nach der Richtung des Infusors, meist über es hinweg, hyalines Plasma auszusenden. In einem Falle war ein direktes „Spielen" einer Stylonychia mit der Amöbe zu beobachten, ein Vorgang, der sehr deutlich eine Fernwirkung des von dem Beutetiere ausgehenden Reizes beweist. Die Stylonychia kroch langsam um eine fest sitzende A. proteus herum, immer wieder kurze Zeit an einer Stelle verweilend und stets in einer gewissen Entfernung von der Amöbe. Diese entsandte nun jedesmal nach der Stelle, an der sich die Beute befand, flüssiges, hyalines Plasma; doch stets, ehe es sich über das Infusor legen konnte, hatte dieses mit einem kleinen Ruck seinen Platz verlassen und war in demselben Abstand von der Amöbe etwas weiter an ihr entlang gewandert. Das hyaline Plasma, das nach dem eben verlassenen Platz der Stylonychia ausgesendet worden war, wurde dem Amöbenkörper wieder einverleibt, während gleichzeitig neues flüssiges Plasma nach



Stark vergrößerte Amoeba proteus mit großem Urocentrum Turbo im hinteren Teil.

dem neuen Standort des Infusors hin ausströmte. So wiederholte sich das Spiel mehrere Male, ohne daß es der Amöbe gelungen wäre, das Infusor zu fangen, das schließlich sich aus der Nähe der Amöbe fortbewegte.

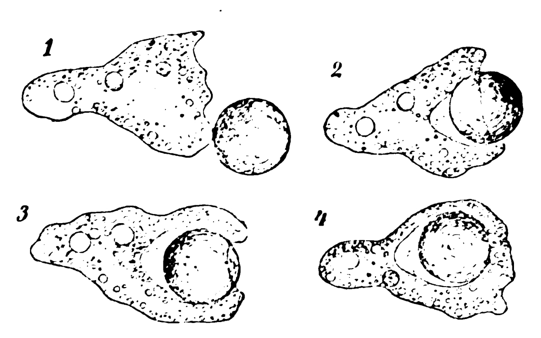
Eine andere Fangweise wurde bei einer frei im Wasser flottierenden Amöbe beobachtet. Es nähert sich ihr mehrmals ein kleines ziliates Infusor, stößt an die flottierende Amöbe, schwimmt fort, kommt wieder, bis es mit einem Male bei etwas längerem Verweilen in der Nähe der Amöbe von hyalinem Plasma ohne Berührung umflossen und in eine Höhle eingeschlossen wird. In diesem Falle handelte es sich sogar um Nahrungsaufnahme seitens einer durch Operation kernlos gemachten Amöbe, ein weiter unten noch näher zu erörternder Vorgang.

Bei den drei eben geschilderten Arten des Fanges von Beutetieren hat es den Anschein, als suche die Amöbe, einem Willensakt folgend, die Beute zu überraschen, da die Opfer meist erst dann ihrer Gefangenschaft gewahr werden, wenn sie schon unentrinnbar vom Plasma eingeschlossen sind. Jedoch ist, wie schon bemerkt, diese Willkürlichkeit nur scheinbar, da der ganze Prozeß auf das Schönste auf physikalisch-mechanischem Wege erklärt werden kann, wie dies L. Rhumbler näher dargetan hat. Dieser beschreibt auch noch drei andere



Arten der Nahrungsaufnahme, die sich jedoch von der beschriebenen wenig unterscheiden. Beobachtet man Amöben längere Zeit, so fällt einem auf, daß als Nahrung nur brauchbare Stoffe angenommen werden, daß die Amöbe eine Auslese trifft unter den Massen von Formelementen, die ihr zu Gebote stehen — Infusorien, Flagellaten, Algen, kleinste Sandkörnchen, tierischer und pflanzlicher Detritus verschiedensten Ursprungs —, daß sie nicht wahllos alles aufnimmt. Es ist in den meisten Fällen ein von uns nicht zu bestimmender Reiz des aufzunehmenden Nahrungskörpers auf die Amöbe vonnöten, damit die Beute von ihr gefangen werden kann.

Die Geschwindigkeit, mit der der „Fang" erfolgt, ist verblüffend groß. Das breit ausfließende, stark verflüssigte hyaline Plasma strömt außerordentlich rasch über und um den Nahrungskörper, und in wenigen Sekunden kann das Infusor eingefangen sein. Nicht immer, wie schon oben geschildert



Eine Amöbe beim Fressen einer Euglenencyste. 1, 2, 3, 4 aufeinanderfolgende Stadien des Vorganges.

ist, gelingt das Einfangen des Beutetieres. Auffallend ist, daß, sowie einmal eine größere Menge hyalines Plasma ausgeflossen ist, sich meist auch eine Art Fangvakuole über der Stelle bildet, über der das Beutetier eben noch gesessen. Der verflüssigende Reiz scheint also im betroffenen Plasma auch nach Entfernung des reizäußernden Tieres noch kurze Zeit anzuhalten. Ebenso bildet sich eine Vakuole völlig aus in den häufig beobachteten Fällen, in denen eine Amöbe ein kräftiges Ziliat zu fangen suchte, das ihr aber, selbst wenn es schon vom Plasma umschlossen war, immer wieder entwischte, indem es sich mit seinem Rüssel durch die plasmatische Wand hindurchzwängte und den langgezogenen Körper nachschleppen ließ, während der Hohlraum (die Vakuole) noch kurze Zeit bestehen blieb (Dileptus-Art).

Das Schicksal der aufgenommenen lebenden Nahrung, die Geschwindigkeit der Abtötung ist sehr verschieden und hängt vor allem von der Größe und Anzahl der aufgenommenen Beutetiere ab. Ein kleines Infusor, z. B. ein Colpidium, wird nach dem Gefangenwerden in eine Vakuole eingeschlossen, die sich sehr rasch verkleinert. Gleichzeitig mit der Verkleinerung erfolgt eine fortschreitende Verlangsamung der Bewegungen des Tieres, das meist schon nach wenigen Minuten kein Lebenszeichen mehr erkennen läßt und, vom Plasma dicht umschlossen, bei der kriechenden Amöbe zu den übrigen Nahrungskörpern an das Hinterende verlagert wird. Größere oder gleichzeitig in mehreren Exemplaren gefangene Tiere verharren weit länger in einer Vakuole und zeigen weit später ein Erlöschen ihrer Beweglichkeit. So zeigten die oben erwähnten acht Exemplare von Coleps erst nach einer Stunde zehn Minuten die letzten Bewegungen, und die Nahrungsvakuole verkleinerte sich fast bis zum Schluß nur sehr langsam.

Eine Erklärung gibt auch hier wieder die Rhumblersche Deutung der Zirkumvallation. Solange ein Beutetier noch genügend Leben zeigt, wird es das umgebende Plasma verflüssigen und auf Grund der vermehrten Oberflächenspannung von sich zurückdrängen. Mit dem Erlöschen des Lebens in dem gefangenen Tier läßt der verflüssigende Reiz nach, die kontraktive Spannung des Plasmas überwindet die Oberflächenspannung der Vakuolenwandung mehr und mehr und verkleinert die Vakuole, bis das absterbende Beutetier völlig vom Plasma umschlossen ist. Man nimmt allgemein an, daß es verdauende Säfte seien, die schon in der Vakuole eine tötende Wirkung auf die Beute ausüben, obwohl auch die Möglichkeit vorliegt, daß das Tier durch Erstickung zu Grunde geht.

Die Ausscheidung der unverdaulichen Reste ist bei A. proteus sehr hübsch zu beobachten. Der nicht mehr verdauliche Nahrungsstoff, der keine Affinität mehr zum Plasma besitzt, dessen Adhäsion zum Plasma geringer geworden ist als die Kohäsion desselben, rückt an den Rand des Körpers, die Oberfläche baucht sich vakuolenartig aus, platzt, und der Nahrungsrest wird ausgeworfen, während gleichzeitig Plasma nachschießt und die leere Vakuole ausfüllt.

Sehr schön läßt sich die Tätigkeit der kontraktilen Vakuole bei unserer Amöbe studieren. Man sieht jetzt allgemein diese Vakuole als ein Organ an, das beim Stoffwechsel der lebenden Amöbenzelle, vor allem bei der Atmung eine große Rolle spielt und unter anderem die Aufgabe hat, die bei der Lebenstätigkeit der Zelle entwickelte Kohlensäure aus dem Plasma aufzunehmen und nach außen zu befördern. Dabei ist die Vakuole kein vorgebildetes Organ, sondern stellt einen nach jeder Pulsation stets neu entstehenden Flüssigkeitstropfen dar, der sich mit dem Plasmastrom allmählich nach hinten bewegt. Die Entleerung der Vakuole in das umgebende Wasser erfolgt dann meist in der Nähe des Hinterendes, und zwar bei ungeschädigten Tieren in der Regel in Zwischenräumen von fünf bis acht Minuten. Der Rhythmus der Vakuole ist durch Wärme und Kälte beeinflußbar.

Die Fortpflanzungsverhältnisse der A. proteus sind bis jetzt durchaus nicht ganz geklärt, und auch Dr. Gruber konnte, obwohl er weit über tausend Exemplare daraufhin beobachtete, keine sichere Entscheidung treffen. Der Grund, warum es fast unmöglich erscheint, den Kernteilungsvorgang bei der Amöbe zu beobachten und zu fixieren, liegt wohl daran, daß die Teilungsintervalle ziemlich lang sind, mindestens einen Tag, daß die Amöbe keine besonderen Vorbereitungen zur Teilung zeigt und der Teilungsakt selbst dann wahr-

scheinlich sehr schnell vorübergeht. Auch ist das Tierchen sehr abhängig von äußeren Bedingungen, die geringste Veränderung oder Störung, z. B. starke Belichtung bei fortgesetzter Beobachtung unter dem Mikroskop, kann die Teilung hintanhalten. Neben der Vermehrung durch einfache Teilung kommt noch eine Fortpflanzung mit Einkapselung (Enzystierung) und mehrfacher Teilung vor. Vielleicht ist ein Lebenszyklus vorhanden, der sich anscheinend aus ungeschlechtlicher einfacher Teilung und aus Enzystierung mit Bildung von Schwärmsporen zusammensetzt, von welch letzteren ein Teil direkt, der andere nach nochmaligem Zerfall und Kopulierung heranwächst. Nach R. Grubers Beobachtungen finden bei unserer Amöbe wie auch bei vielen anderen daraufhin untersuchten Infusorien Verschiebungen der Volumverhältnisse von Kern und Plasma zwischen zwei Teilungen statt; während des Wachstums zeigt sich eine Verschiebung des Kern-Plasmaverhältnisses zu Gunsten des Plasmas kurz vor der Teilung, dann ein sehr starkes Anwachsen des Kernes und nach der Teilung ein anfänglich sehr starkes Absinken der Kerngröße.

Wie verschiedene andere Forscher, so hat auch Dr. R. Gruber eine große Anzahl operativer Experimente an A. proteus vorgenommen in der Absicht, neues Tatsachenmaterial für das große Studiengebiet der Wechselbeziehungen von Kern und Plasma zu schaffen. Vor allem war zu untersuchen, ob mittels der operativen Methode sich nicht auf einfache Weise eine direkte Einwirkung der willkürlich veränderten Plasmagröße auf die Größe des Kernes nachweisen läßt. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen lassen sich hier nur in aller Kürze wiedergeben. Die übereinstimmenden Resultate der bisherigen Forschungen waren etwa folgende:

1. Kernlose Teilstücke bleiben wohl kürzere oder längere Zeit nach der Operation lebensfähig, verfallen aber früher oder später ausnahmslos dem Tode.

2. Die Fähigkeit, verlorengegangene Teile zu regenerieren, kommt dem kernlosen Teilstück im allgemeinen nicht zu, sondern nur in ganz besonderen Fällen.

3. Neubildung und Tätigkeit der pulsierenden Vakuole sowie die Ausscheidung (Exkretion) verbrauchter Stoffe erfolgen auch in kernlosen Teilstücken.

Dazu ergaben die Experimente Grubers folgendes:

Der Kern hat unzweifelhaft einen Einfluß auf die Bewegung der Amöbe; wird es aus dem Bewegungsmechanismus ausgeschaltet, so wird die Bewegung ungeordnet, scheinbar ziellos, indem die normale Rückwirkung des Plasmas auf äußere Reize, die ja die Bewegung hervorrufen, infolge des Verlustes der Kernstoffe anscheinend gestört wird, während anderseits das kernlose Plasma einen weit geringeren Widerstand gegen äußere schädliche Einflüsse zeigt als das kernhaltige.

Je günstiger die äußeren und inneren Lebensbedingungen sind, desto größer ist die Möglichkeit, daß auch kernlose Amöben Nahrung aufnehmen (siehe Beobachtung oben an schwimmender Amöbe). Je nach der Größe der Nahrungskörper findet eine teilweise oder völlige Verdauung statt; es bleiben offenbar nach Entfernung des Kerns aus dem Plasma noch verdauende Sekrete zurück. Ob diese, einmal aufgebraucht, ohne Mithilfe des Kerns noch neugebildet werden können, läßt sich vorläufig nicht entscheiden. Auch die Bildung von Vakuolen dauert fort, zeigt aber bei kernlosen Stücken infolge mehr oder minder starker Herabsetzung der Lebenstätigkeiten eine Verlangsamung.

Die Frage, ob eine gesetzmäßig geregelte Größenbeziehung zwischen Kern und Plasma besteht, eine Kernplasmarelation, hat Dr. Gruber ebenfalls mit Hilfe des Experiments geprüft, indem er die Amöben eines mehr oder minder großen Teils ihres Plasmas beraubte. Es zeigte sich, daß einer mäßigen Plasmaverkleinerung auch eine deutliche Kernverkleinerung folgte, während eine solche bei zu starker Plasmaberaubung nicht eintritt. Letzteres ist durchaus nicht auffallend, sondern im Gegenteil ein schöner Beweis für die Einwirkung des Plasmas auf den Kern; denn eine Amöbe, die neben dem Kern nur noch ganz wenig Plasma aufweist, ist nicht lebensfähig, und lebensunfähiges Plasma wird seinerseits keine Wirkung mehr auf den Kern ausüben können. Die operierten Amöben zeigen bei Verwendung nicht ganz günstiger Lebensbedingungen (Kulturwasser, geeignete Beute) gegenüber den normalen eine starke Abnahme der Freßlust und der Beweglichkeit, können sich aber unter günstigen Bedingungen in sechs bis sieben Tagen wieder aber auf die natürliche Größe bringen, wobei der Kern mit dem sich vergrößernden Plasma wächst. Nur dann, wenn sowohl Kern wie Plasma wieder zur Ausgangsgröße zurückgekehrt sind, wenn also das Tier in allen seinen Teilen die normale Größe wieder erreicht hat, treten Teilungen ein, nicht im verkleinerten Zustande der Tiere.

Es ergibt sich aus alledem, daß bei A. proteus ein streng geregeltes Größenverhältnis zwischen Kern und Plasma, eine aktive Kernplasmarelation, besteht, die sich in der lebhaften Rückäußerung des Kerns auf Verkleinerung des Plasmakörpers kundgibt. Daß hier eine intensive Beeinflussung der Kerngröße durch das Plasma besteht, ist unzweifelhaft; wie jedoch, mit Hilfe welcher Kräfte das Plasma seinen Einfluß auf den Kern geltend macht, kann noch nicht beantwortet werden.

Der Mensch.

(Physiologie, Ethnologie, Urgeschichte.)

Die Werkzeuge der Psyche * Die Wildformen des Menschen * Der Ureuropäer.

Die Werkzeuge der Psyche.

Die Bemühungen der Anatomie und Physiologie, die Werkstätten des geistigen Geschehens bis in ihre tiefsten Geheimnisse und entlegensten Winkel zu erhellen, haben neuerdings mit Hilfe einiger neuer, äußerst interessanter Methoden beträchtliche Erfolge gezeitigt. In einem Vortrage über die Entstehung der Nervenbahnen, gehalten vor der 83. Versammlung deutscher Naturforscher und Ärzte,*) schildert Prof. Dr. Hermann Braus zunächst die neue biologische Methode, durch die man experimentell einzelne Teile ganz junger Keime zu isolieren und außerhalb des Organismus, ganz für sich, zu züchten gelernt hat.

Daß uns unser Organismus als etwas vollkommen Einheitliches bewußt wird, erscheint sehr merkwürdig, wenn wir bedenken, daß er aus den allerverschiedensten Geweben und Organen zusammengesetzt ist, und daß einheitliche Leistungen oft auf der Tätigkeit ganz grundverschieden gebauter und räumlich äußerst kompliziert verteilter Gebilde beruhen. Dieses einheitliche Zusammenpassen und Ineinandergreifen aller Teile des Organismus ist um so auffallender geworden, seitdem wir wissen, daß anfänglich im Embryo fast jedes Stück für sich selbständig lebensfähig und entwicklungskräftig ist, ja daß es lange diese Fähigkeit bewahrt und oft bis ins fertige Leben mit hinübernehmen kann. Der Zusammenhang des Fertigen ist keineswegs von Anfang an vorhanden, keineswegs von der einen Eizelle vermittelt, aus der alles im Embryo seinen Ausgang nimmt. Wenn auch aus der befruchteten Eizelle schließlich alle Fähigkeiten stammen, die später den symphonischen Zusammenklang des Ganzen ermöglichen, so spielt doch dieses Orchester nicht von Anfang an, wenn auch unvollkommen, zusammen, um allmählich die Höhe der fertigen Ausbildung zu erreichen. Es hat vielmehr jedes Stückchen wohl, wie der einzelne Musiker, seine Fähigkeit zum symphonischen Zusammenspiel in sich, aber ohne daß es uns etwas davon merken läßt. Denn es geht seine ganz eigenen Wege oder kann sie wenigstens gehen; so ist der Embryo eher einem Orchester vergleichbar, das sein Zusammenspiel noch nicht begonnen hat.

Am anschaulichsten machen dies die ganz neuen biologischen Methoden, durch die man jetzt experimentell einzelne Teile jüngster Keime zu isolieren und außerhalb des Organismus, ganz für sich, zu züchten gelernt hat.

Man entnimmt einem Embryo, z. B. einem Froschei oder der Keimscheibe eines Hühnereies, einige Zellen, ohne sie zu schädigen, und bringt das winzige Stückchen in eine kleine, hermetisch verschließbare Kammer, die aus einem hohlgeschliffenen Objektträger und einem Deckgläschen besteht. Hierin züchtet man das kaum sichtbare Partikelchen „im hängenden Tropfen", das heißt in einer Substanz, die als halbkugeliges Klümpchen vom Kammerdach, dem Deckgläschen, frei ins Innere der Kammer vorspringt und deshalb für die zum Wachstum nötigen Gase, besonders für den Sauerstoff in der Kammer, zugänglich ist. Man kann, so winzig klein das Objekt auch ist, so mit starken mikroskopischen Linsen unmittelbar in das Laboratorium der Natur hineinschauen und das Leben selbst in seiner Tätigkeit belauschen. Carrel und seine Mitarbeiter vom Rockefeller-Institut in New York haben mittels dieser Methode bekanntlich auch menschliche Gewebe und besonders Geschwulstzellen kultiviert und hegen begründete Hoffnung, dadurch den Lebens- und Heilungsbedingungen der Zellwucherungen und -verletzungen auf die Spur zu kommen.

Für unsere Zwecke bestätigt die Deckglaskultur den hohen Grad der Selbständigkeit und Selbsttätigkeit embryonaler und manchmal auch erwachsener Zellen des Organismus, die Fähigkeit der Selbstdifferenzierung.

Ist es nicht erstaunlich, fragt Prof. Braus, daß dieselben Muskeln, die bei Lähmungen oder Zerstörungen der Nerven im ausgebildeten Organismus zu Grunde gehen, ganz für sich, ohne Nerven, aufwachsen können und bis ins feinste Detail richtig gebildet werden? Erinnert es nicht an sonderbare Erzählungen, die als phantastische Märchen galten, daß wir jetzt Organe auf Glasplättchen züchten, daß ein Herz ganz für sich nicht nur eine Woche lang und länger schlägt, wie eine Art mikroskopischer Uhr, sondern daß sich die Anlage auch entwickelt, das heißt größer wird und ihre Form durch typische Wachstumsprozesse ändert? Und doch sind diese Dinge so greifbar, daß der Forscher sie sogar in Mikrokinogrammen vorführen kann.

Anfänglich: Selbstdifferenzierung des Einzelnen unabhängig vom Ganzen; später: Aufgehen des Einzelnen im Getriebe des Ganzen — das sind die beiden Pole des Entwicklungsgeschehens. Den Übergang vom einen zum anderen bewirken viele Einrichtungen im Embryo, keine aber in höherem Grade als das Nervensystem. Es ist der wesentlichste Mittler der zahlreichen Reizphänomene im Körper, die sich in den assoziativen (verknüpfenden) Tätigkeiten des Gehirns zu ihrer höchsten Vollendung erheben.

Indem sich die Nerven bilden und Gewalt gewinnen über die einzelnen Organe und ihre Vereinigungen, ermöglichen sie die Beziehungen des

*) Verhandl. der Gesellsch. deutscher Naturforscher und Ärzte, 1911; Naturw. Rundschau, 26. Jahrg., Nr. 49—51.



fertigen. Die Räder, die anfänglich für sich liefen, beginnen ineinander zu greifen, und der Herzschlag ist nicht mehr bloß ein Rhythmus winziger, isolierbarer Zellen: unsere Pulse sind abhängig geworden von Gehirn und Psyche.

Die Methode der Deckglaskultur gewährt nun auch einen Einblick in die Art, wie die Nervenbahnen zu stande kommen. Wenn wir mit dem Mikroskop ganz junge Nerven innerhalb des werdenden Organismus, z. B. einer Kaulquappe, betrachten, was meist nur auf dem komplizierten Umwege des Fixierens, Schneidens und Färbens möglich ist, so erscheinen sie als zarte Fäden. Jeder Nervenfaden hängt an dem einen (zentralen) Ende mit einer Zelle, der späteren Ganglienzelle, zusammen und passiert auf seinem weiteren Verlauf lockergefügte Zellen, die „kernarme" Nervenstrecke, oder dicht beieinander liegende Zellen, die „kernreiche" Nervenstrecke. Da nun schon vor einem halben Jahrhundert der Physiologe und Embryologe Hensen entdeckte, daß in dem dünnen, auch mikroskopisch genügend durchsichtigen Flossensaum des Schwanzes junger Kaulquappen bereits Nerven vorhanden sind, bevor irgend welche Zellkerne der peripheren, das heißt von der Ganglienzelle fort wachsenden Nervenstrecke auftreten, so erscheint der auch später bestätigte Schluß berechtigt, daß die späteren kernhaltigen Gebilde der peripheren Nervenstrecke nicht die wirklichen Erzeuger der Nerven sein können. Von den kernhaltigen Zellen bleiben also nur die zentralen, die späteren Ganglienzellen, als eventuelle Ursprungsstätte der Nerven übrig.

Es gelingt sehr gut, in den Deckglaskulturen zu beobachten, daß ein Nerv sukzessive aus einer einzigen Zelle hervorwachsen kann, wie etwa aus einer isolierten Spore der Faden eines Schimmelpilzes.

Entnimmt man einem jungen Amphibienkeim, etwa einer Unke von 3 Millimeter Gesamtlänge, kleinste Stückchen der Anlage des Rückenmarkes, so wachsen aus diesen in der geschilderten Glaskammer feine, nackte Nervenfäden hervor. Beim Züchten einzelner, aus diesem Bröckchen mit feinsten Instrumenten herausgeklaubter Zellen entsteht am Tage nach der Operation, oft auch erst später, ein Auswuchs der Zelle, dessen Ende medusenartig ganz feine Ausläufer aussendet, wieder einzieht usf. Der Auswuchs wächst und wird zum Faden, der die vielfache Länge des Zelldurchmessers erreicht, sich in der Folge verzweigen kann und meistens am Ende eine „Wachstumskeule" hat und behält. Letztere ist ein charakteristisches Merkmal auswachsender junger Nerven. Die Keulenfortsätze zeigen lebhafte amöboide Beweglichkeit. Die Fäden enthalten in sich feinste, mit besonderen Farben färbbare Fäserchen, sogen. Neurofibrillen, die als wesentliches Element der Nerven bekannt sind. Es ist deshalb außer Frage, daß die auswachsenden Fäden wirkliche Nerven sind. Es werden solche Nervenzellenfortsätze mit dem Fachausdruck „Neuriten" bezeichnet, zum Unterschied von anderen Fortsätzen der Ganglienzelle, deren freies Auswachsen bisher in Deckglaskultur noch nicht beobachtet wurde und deshalb noch zweifelhaft ist.

So erscheint also nach allen Beobachtungen die Ganglienzelle als der wahre und einzige Erzeuger des Nervs. Wir nennen sie deshalb „Neuroblast", das heißt Nervenquell oder Nervenschöpfer. Der Neurit wird von ihr als ein echter Zellenfortsatz mit amöboiden Fähigkeiten seiner Spitze ausgesendet. Von ihr abgeschnitten, geht er langsam zu Grunde, wie das für alle kernlosen Zellfragmente bekannt und höchst charakteristisch ist.

Mit den Wachstumsprozessen der Neuriten geht zugleich eine Umwandlung ihrer inneren Struktur Hand in Hand. Auch sie beginnt im Neuroblasten in Form einer fädigen Differenzierung (allmählichen Sonderung). Sie bildet im Nerven Fibrillen, Fäserchen, also das höchstwahrscheinlich für die nervöse Leitung wesentlichste Element unseres Nervensystems. Nun wird auch verständlich, welche Bedeutung eigentlich jene protoplasmatische Bewegung des Neuroblasten (der Ganglienzelle), die Aussendung des Neuriten, innerhalb des Embryokörpers hat. Sie bewirkt, daß von den Zentralorganen, Rückenmark und Gehirn, aus, wo die Neuroblasten liegen, Neurofibrillen überallhin in den Körper gelangen und die peripheren Organe mit den zentralen verbinden können. Diese Neurofibrillen sind die Kabel, von denen Prof. Braus sagt, daß wir heute gleichsam zusehen können, wie sie gelegt werden.

Die Länge der wachsenden Nerven in den Deckglaskulturen ist freilich, absolut gemessen, winzig. Die längsten bisher gezüchteten maßen wenig mehr als 1 Millimeter. Da aber die Gesamtlänge des Embryo zu dieser Zeit nur wenige Millimeter beträgt, so sind diese Nervenlängen verhältnismäßig ganz beträchtlich und entsprechen ungefähr den Längen, welche die Nerven innerhalb des Embryo selbst erreicht hätten.

Nach der Annahme, daß die Nerven frei im Körper auswachsen, sowie nach den Deckglaskulturen ist der gesamte Entwicklungsprozeß der Nerven an die Tätigkeit des einen Elements, des Neuroblasten, gebunden. Dieser sendet im allgemeinen den Neuriten gerade vorwärts, weicht mit diesem vielfach vor Hindernissen aus, indem er sie umgeht, und würde schließlich einmal endigen. Es entsteht nun die Frage, ob die Nerven im Körper des Embryo wirklich durch die Tätigkeit der Neuroblasten allein ihre Endorgane, die Muskeln, die Haut, die Drüsen u. a. erreichen, oder ob ihnen dabei irgend welche Einrichtungen des Organismus zu Hilfe kommen. Prof. Braus versucht diese Frage auf Grund folgender Überlegung zu lösen:

Wenn ich untersuchen will, ob jemand eine Richtung und ein Ziel aus Übung selbsttätig findet, oder ob irgend welche Einrichtungen, wie Signale, Geleise u. dgl., ihm den Weg anzeigen, so ist der einfachste Weg, dies zu entscheiden, der, einen Fremden, der des Terrains sicher unkundig ist, desselben Weges ziehen zu lassen. Er wird nur dann so wie der Kundige das Ziel erreichen und die richtige Route einhalten können, wenn diese für ihn kenntlich vorhanden und ihm irgendwie von außen vermittelt wird.

Können wir fremde Neuroblasten zwingen, eine bestimmte, uns genau bekannte Straße zu ziehen,



die sie selbst unmöglich kennen können, wo keine Erfahrung, keine Erinnerung ihnen hilft, den Weg zu finden? — Ja, wir können es.

G. Born hat durch seine berühmten embryonalen Transplantationen (Überpflanzungen) gelehrt, kleine Stückchen eines Embryos auf einen anderen zu verpflanzen und dort aufzuziehen. Wie der Gärtner Knospen okuliert und auf der fremden Unterlage wachsen sieht, so konnte Prof. Braus Gliedmaßenknospen von Amphibienembryonen kurz nach ihrem ersten Sichtbarwerden auf andere Stellen des Körpers junger Larven verpflanzen. Dort wachsen sie sowohl auf dem Rumpf wie auf dem Kopf weiter und bilden auch nach der Pfropfung sich zu der betreffenden Gliedmaße mit allen typischen Attributen aus.

Jetzt, wo wir mit Sicherheit wissen, daß die Nervensubstanz vom Neuroblasten aus in die Extremitätenknospe vorwächst, brauchen wir nur solche Tiere auszuwählen, bei denen noch keine Neuriten in der jungen Knospe angelangt sind, wenn diese eben gebildet ist und verpflanzt wird. Solche nervenlosen Knospen werden in das Gebiet eines fremden Nervs verpflanzt; dadurch wird erzielt, daß ortsfremde Nerven in die Extremitätenknospe hineinwachsen. Die völlig ortsfremden Nerven finden in der Tat den uns, aber nicht ihnen bekannten Weg in die aufgepflanzte Gliedmaßenknospe. Der fremde Nerv erzeugt, wie Prof. Braus an einem bestimmten Beispiel darlegt, alles: die Geflechtbildung, die Gabelung im Beuge- und Strecknerv an der richtigen Stelle, die Entsendung von motorischen und sensiblen Endästen in typischer Lage und mit richtigem Ende. Es ist dazu jedoch keineswegs nötig, daß der eigentlich zu dem betreffenden Organ gehörende Nerv in die eingepflanzte Gliedmaßenknospe einwandere. Jeder andere, auch der seiner eigentlichen Zugehörigkeit nach fremdeste Nerv leistet für die eingepflanzte Knospe dasselbe.

Wollte man nun annehmen, daß die einwandernden fremden Neuriten in solchen Fällen die verwickelten Wege, die sie richtig eingeschlagen und bis zu ihrem Ende verfolgt haben, aus sich finden konnten, was müßte man dann dem Trigeminus, dem Vagus, dem Fazialis oder irgend einem beliebigen Kopf- oder Rumpfnerv zutrauen? Jeder Nerv müßte dann nicht nur die von seinen Vorfahren stets eingeschlagene, ihm eigene Nervenbahn aus vererbten „mnemischen" (auf einer Art Gedächtnis beruhenden) Gründen zu finden wissen — das ließe sich ja noch denken —, sondern er müßte gerade so gut auch alle übrigen Nervenbahnen im Körper bis ins einzelne aus sich heraus zu finden wissen, wie wenn einer eigens Froschanatomie studiert hat.

Diese Annahme erscheint unmöglich: denn die einzuschlagenden Nervenbahnen sind ja solche, die weder der ortsfremde Nerv selbst noch einer seiner Vorfahren jemals selbst gegangen ist. Es ist deshalb ausgeschlossen, daß der Neuroblast aus sich heraus im stande ist, den Weg zu finden, wie er es tut, und es ist also auch nicht zu erwarten, daß die Neuriten in den Deckglaskulturen Wege einzuschlagen vermögen, die den im Körper eingeschlagenen entsprechen. Prof. Braus zeigt die Richtigkeit dieser Annahme an einer Anzahl früherer experimenteller Befunde, um dann die Frage zu erörtern: Welche Faktoren sind es aber, die den fremden Neuroblasten die Kenntnis des richtigen Weges und typischen Zieles vermitteln, da diese Kenntnis nicht auf eigenem Vermögen beruhen kann?

Es liegt nahe, diejenigen Elemente, die im Bereich der peripheren Nervenbahn liegen, die Zellfäden und Zellen der „kernarmen" und „kernreichen" Nervenstrecke, als Leitfäden und Leitzellen für die einwachsenden Neuriten zu betrachten. Denn da sie in dem Terrain zu Hause sind, in das die Neuriten von den zentralen Neuroblasten her als Fremdlinge vordringen, so wird man ihnen als den Autochthonen am ehesten die Fähigkeit zutrauen, die gleiche Bildung zu stande zu bringen.

Es ist auch die Annahme gemacht worden, daß die Nerven von den Muskelanlagen bei ihrem Wachstum passiv mitgeschleppt werden.

Das könnte wohl für die motorischen, die Muskelnerven gelten, aber nicht für die sensiblen, die Hautnerven, die mit den Muskeln gar nichts zu tun haben. Da letztere jedoch alle Wege der motorischen Nerven zwischen den Muskeln hindurch mitmachen, um sich erst am Schluß von ihnen zu trennen und zu ihrem eigenen Endgebiet, der Haut, zu gehen, so könnte man sich vorstellen, daß die Hautnerven allerdings nicht von den Muskelanlagen, wohl aber von den Muskelnerven mitgenommen werden, also auf indirekte Weise doch durch die Muskeln passiv ihren Weg finden. Es läßt sich nun der motorische Nerv bei den Pfropfungen ausschalten, und auch dann findet der gewöhnlich mit ihm verbundene sensible Nerv allein seinen Weg zur Haut, ein Verhalten, das auf passive Weise unerklärbar ist.

Um diese Fähigkeit der Nerven, aktiv Weg und Ziel zu finden, mechanisch zu erfassen, bedarf es offenbar eines zusammengesetzteren Apparats als des erwähnten, passiv wirkenden Mechanismus. Dieser kann sehr wohl neben jenem bestehen, wie z. B. ein Fahrzeug durch die Strömung getrieben und auch unabhängig von ihr (etwa durch Signale oder Telefunkenapparat mechanisch gesteuert) seinen Kurs zu finden vermag. Prof. Braus schildert, wie er sich jenen komplizierten Apparat entstanden denkt.

Wir müssen bei allen Organismen, Tieren und Pflanzen, Reizübertragungen von Zelle zu Zelle voraussetzen. Keineswegs aber stehen dieser Reizleitung überall Nerven wie die unsrigen zu Gebote. Die Pflanzen haben sicher keine Nerven in unserem Sinne. Doch bricht sich in der Botanik immer mehr die Ansicht Bahn, daß die Reize von feinen Protoplasmaverbindungen der Zellen geleitet werden, den „Plasmodesmen" oder Plasmaverbindungen, die ursprünglich auch dem Stoffaustausch und anderen Aufgaben gedient haben mögen. Es erscheint Prof. Braus sogar fraglich, ob nicht viele Reizleitungsbahnen, die bei wirbellosen Tieren als Nerven bezeichnet werden, in Wirklichkeit Plasmodesmen sind.

So sieht Prof. Braus in den Plasmodesmen und in etwaigen ihnen eingeschalteten peripheren

Zellen („Leitzellen") ein altes, allen vielzelligen Organismen ursprünglich eigenes Reizleitungssystem. Es ist auch jetzt noch bei Embryonen höherer Tiere anfänglich allein da; ja, es ist behauptet worden, es könne zu dieser Zeit auch Reize leiten, und tut dies sicher beim embryonalen Herzen. Wieviel davon in den fertigen Organismus übergeht, ist unbekannt; aber es wäre wohl möglich, daß gewisse leitende Kontakte (Übergangsgitter usw.) im zentralen und peripheren Nervensystem oder gewisse, wenig erforschte Netze in Gefäßwänden und Schleimhäuten zeitlebens von ihm gebildet würden.

Dieses alte Reizleitungssystem ist nun aber von einem neuen, durch typische neurofibrilläre (nervenfaserige) Substanz ausgezeichneten System, unseren Nerven, größtenteils verdrängt und ersetzt worden, ein System, das vom zentralen Nervensystem aus vordrang und lediglich von dessen Neuroblasten produziert wird. Als Eroberer mit funktionell höheren Qualitäten überwand es das alte, rein plasmatische Reizleitungssystem, das höchstens noch stellenweise seinen besonderen Aufgaben obliegt.

Bei solcher Entstehungsgeschichte wäre leicht zu verstehen, wie die neu auftretenden zentralen Bahnen immer richtig der Peripherie zugeleitet werden: wir stellen uns vor, daß die gangbarsten und kürzesten Wege des alten Reizleitungssystems auch von den Neuroblasten eingeschlagen werden, wie etwa ein Schienenstrang auf die am besten geeignete Chaussee gelegt wird. Es folgt also der Neurit nur einem schon vorhandenen Wege. Daß er ihn erkennt, mag auf einer Empfindlichkeit für physikalische oder chemische Eigentümlichkeiten der betreffenden Plasmodesmen beruhen, die erblich übertragbar ist. Da dieser Weg in allen Teilen des Körpers an Ort und Stelle gebildet wird, so ist er auch in allen eingepfropften Stückchen vorhanden und im stande, fremde Neuriten gerade so zu leiten wie die gewöhnlichen.

Dieser Gedankengang regt folgende Fragen an: 1. Treten wirklich die Neuriten immer nur in Plasmodesmen oder in ihnen eingeschalteten Zellen (Leitzellen) auf? 2. Sind wirklich ohne Plasmodesmen oder Leitzellen keine Nervenbahnen möglich?

Die erste Frage ist von Held auf Grund eindringender Untersuchungen bejaht. Man sieht besonders auf Querschnitten von Neurofibrillen, daß niemals freie Nervenenden vorkommen, sondern daß die Nervenfasern immer intraplasmatisch in Zellfäden oder Zellen liegen. Die Neuriten, welche außerhalb des Körpers auch in rein flüssigen Medien auswachsen können, folgen trotzdem an Ort und Stelle stets den Plasmodesmen. Ob diese Wirkung der Plasmodesmen auf die Neuriten eine spezifische ist, oder ob sie rein raumleitend, durch ihre Festigkeit wirken, ist noch nicht zu entscheiden.

Die zweite Frage, ob ohne Plasmodesmen keine Nervenbahnen möglich sind, scheint durch mehrere Fälle experimenteller Eingriffe dahin entschieden, daß ohne Plasmodesmen Falsch- oder Irrwege eingeschlagen werden; doch ist dieser Beweis durch das Experiment noch nicht zwingend genug, es bedarf weiterer Forschung.

So gibt denn schließlich Prof. Braus jener Anschauung den Vorzug, die in besonderen Leitfasern und Leitzellen (Plasmodesmen)den einen Faktor erblickt, der nötig ist, um mit dem anderen, den Neuroblasten, zusammen die Nervenbahnen zu erzeugen.

Die Leistungen der Nerven als solche ohne leitendes Zentralorgan, das der niederen Tierwelt noch fehlt, sind schon bewundernswert. Aber die Höhe ihrer Leistungsfähigkeit erreichen sie doch erst mit der Zusammenfassung zu einer höheren Einheit, dem Gehirn, und unter der Leitung dieses Zentralsystems, über dessen Entwicklung und Bau die folgenden Spalten sich verbreiten sollen.

„Sonne und Gehirn sind die Schöpfer unserer Welten." Unter diesem Motto haben nach langjährigen umfangreichen Vorarbeiten zwei deutsche Gelehrte es unternommen, eine neue gründliche Darstellung des Baues des Menschenhirns und der Fortschritte, die der Hirnbau in der Tierreihe bis aufwärts zum Menschen erfährt, zu geben. Der erste Teil „Vom Tierhirn zum Menschenhirn" umfaßt vergleichend morphologische, histologische und biologische Studien zur Entwicklung der Großhirnhemisphären und ihrer Rinde von Dr. Chr. Jakob und Cl. Onelli.*) Welch hohes Ziel die Verfasser bei ihrer Arbeit im Auge gehabt haben, erhellt aus den folgenden einleitenden Sätzen:

Der Weg zur Erschließung des Menschenhirns führt über die Reihe der Tiergehirne. Die Probleme, die uns das Organ entgegenstellt, das dem Menschen seine führende Stellung innerhalb unserer organischen Welt zu verleihen im stande war und das Menschengeschlecht zu seinen immer mehr sich häufenden Siegen über die Natur zu führen vermochte, erkennen wir erst richtig in ihrer ganzen Wucht und Tragweite, wenn wir den zahllosen Ausbildungsstufen nachgehen, die das Gehirn in der Organismenreihe vor dem Menschen verwirklicht hat. Wie alle biologischen Wissenschaften ihre natürliche Basis in der vergleichenden Betrachtungsweise von Organentwicklung und Funktionshöhe finden, so muß auch für das Studium von Bau und Verrichtung des Gehirns dieselbe Methodik Gesetz sein, und erst wenn beide Reihen lückenlos durchgearbeitet und in ihren gegenseitigen Beziehungen erkannt sein werden, haben wir ein wissenschaftliches Recht, über Bau und Verrichtung unseres Zentralorgans oder mit anderen Worten über Materie und Geist allgemein gültige Urteile abzugeben. Diese biologisch-vergleichende Betrachtungsweise ist für die Anatomie und Physiologie, für Menschen- und Tierpsychologie, für Klinik und Schule, nicht zuletzt für die moderne Philosophie so notwendig wie die vergleichend entwicklungsgeschichtlich-biologische Erforschung des wachsenden Gehirns und der entsprechenden Steigerung seiner Leistungsfähigkeit bis zu seiner Reife. Beide Forschungsrichtungen zusammen werden es uns ermöglichen, in das Problem der Entwicklung des psychischen

*) I. Teil. Tafelwerk nebst Einführung in die Geschichte der Hirnrinde. Mit 48 Tafeln und zahlreichen Textabbildungen. J. F. Lehmann, München 1911.

Geschehens, von der reflektorischen Zwangsbewegung der Amöbe bis zu der schöpferischen Höchstleistung des Genies, einzudringen, die organischen Bedingungen für die Entstehung und Bedeutung der menschlichen Kulturbewegung klarzulegen und die Fragen nach der Zukunft und Bestimmung des Menschengeschlechts zu beantworten.

Für die vorliegende Untersuchung bildet den Grundstock die Gehirnreihe der südamerikanischen Säugetierfauna, ergänzt durch zahlreiche Exemplare anderer Erdteile. So sind u. a. vertreten Gehirne der Gymnophionenklasse (Blindwühler oder Schleichenlurche), der Flußschildkröte, des Alligators, des Straußes, von Beutel- und Gürteltieren, Ameisenbären, niederen und höheren Nagern Südamerikas, Jaguaren, Giraffen, Seehunden, Walfischen, Elefanten sowie Lemuren (Halbaffen) und niederen Affen. So ist eine provisorische Reihe bis zum Menschenaffen und Menschen durchgeführt, dessen Geistesorgan in einem zweiten, mit 60 Tafeln versehenen Bande „Das Menschengehirn“ von Dr. Chr. Jakob hinsichtlich seines Aufbaues und der Bedeutung seiner grauen Kerne und Rinde ausführlich dargestellt ist.*)

Die Anhäufung von Nervenzellen an der Oberfläche der Großhirnhemisphären, die wir als Hirnrinde bezeichnen, ist erst seit einem Jahrhundert zusammen mit ihren Nebenapparaten als das „psychische Organ“ erkannt worden. Die Hirnrinde, ihrem Bau nach das verwickeltste Organ, das wir kennen, nach ihrem stammesgeschichtlichen Ursprung die jüngste Errungenschaft der höher organisierten Lebewesen, in der Entwicklung des Einzelwesens das spätest reifende aller Systeme, bringt diese Sonderstellung auch in ihrer Funktion zum Ausdruck: sie stellt eine innige Vereinigung von zahlreichen nervösen Zentralorganen höchster Ordnung dar, die auf der einen Seite in stetem Zusammenhang mit der Peripherie des Körpers und seinem System von Analysatoren unserer Innen- und Außenwelt stehen; aber auf der anderen Seite läuft vollkommen parallel ihrer gesamten jeweiligen Strukturdifferenzierung auch die physische Energieleistung ihres Trägers, sowohl beim Tier wie beim Menschen. Der Rindenapparat des Gehirns ermöglicht im wesentlichen eine mit seiner Vervollkommnung zunehmende Entlastung von dem brutalen Gesetz des Reflexaktes dadurch, daß er befähigt ist, vergangene und gegenwärtige Energie in zukünftige umzuwandeln; dadurch stellt er das Organ der individuellen Freiheit und somit das der höchsten intellektuellen und moralischen Kräfte dar — unter seinem Einflusse wird aus der niederen Reflexbewegung der Trieb- und Instinktakt, daraus die Versuchshandlung und aus dieser schließlich die höchste Form der Wahlhandlung aus idealen Motiven.

Der Ursprung des Rindenapparats auf unserem Planeten ist in Dunkel gehüllt. Sicher ist, daß in den ersten 300 geologischen Erdepochen nur rindenlose im Wasser lebende Geschöpfe existierten. Erst zur Zeit der Scheidung von Wasser und Land, mit dem Auftreten von amphibisch lebenden Organismen, ist die erste Entwicklung unseres Organs erfolgt. Der Rindenursprung fällt also zeitlich mit der Besitzergreifung der festen Erde durch höher organisierte Tiere zusammen; sicher kein zufälliges Zusammentreffen. Eine ausgebildete Hirnrinde existiert auf der Erde erst seit den Perioden des Karbon und Trias, ihre Anfänge fallen natürlich in die nächst vorausgehenden Zeitabschnitte.

Bei wirbellosen Tieren ist es mit Ausnahme einiger Insekten (Ameisen, Bienen) überhaupt nicht zur Entwicklung eines höheren nervösen Zentralapparats gekommen. Das bei den niedersten Wirbeltieren, den Fischen, existierende, eine Reihe von niederen und höheren Reflexapparaten vorstellende Zentralnervensystem stimmt in seiner Gliederung und seinen Strukturverhältnissen mit dem der höheren Wirbeltiere in allen Teilen überein mit alleiniger Ausnahme eben des Rindenorgans, das gerade dadurch seine höhere Wertigkeit klar dartut. Eine Hirnrinde entwickelt sich überhaupt nur im Vorderhirn (Hemisphärenhirn), während an den weiter rückwärts liegenden Gehirnteilen (Mittel- und Hinter- oder Kleinhirn) bei allen Wirbeltieren, auch den niedersten, eine rindenähnliche Belegschicht vorhanden ist, die sich mit der hochgegliederten Struktur der Großhirnrinde und ihren Entwicklungsmöglichkeiten (organische Plastizität) nicht entfernt vergleichen läßt.

Auch das Vorderhirn der Fische besitzt bereits eine bei den verschiedenen Gattungen sehr verschieden entwickelte symmetrische Anschwellung, die Hemisphärenanlage. Ihr Hauptteil ist eine graue Ganglienmasse, das Basalganglion, das dem Streifhügel der höheren Tiere und des Menschen entspricht. Dieses Basalganglion dokumentiert sich als ein wichtiger, stammesgeschichtlich alter, der Bewegung dienender Zentralapparat, der bis zum Menschen unverändert weiterbesteht und ganz ursprünglich damit beauftragt war, auf Geruchseindrücke und wahrscheinlich auch solche, die aus den Eingeweidesystem stammen, mit Bewegungsakten fundamentalster Art zu antworten (Nahrungsaufnahme, Gang, Atmungsbewegungen, sexuelle Akte u. a.). Bei vielen Fischen ist nun dieser Basalkörper von einer dünnen Membran überzogen, und diese Membran, hier ein Schutzorgan für den Basalkörper, stellt den morphologischen Ausgangspunkt für die Entwicklung des höchsten nervösen Zentralapparats, der Hirnrinde und ihrer Nebenapparate, dar. Es handelt sich dabei aber nicht um eine direkte Umbildung der Membran, sondern um ihre Verdrängung und ihren Ersatz durch einen neu gebildeten Hemisphärenbestandteil.

Erst von den Amphibien an bildet das Dach der Hemisphären ein solider Mantel, aufgebaut aus Nervenzellen und Faserelementen, und von hier aus vergrößert sich unser Apparat, wenn auch durchaus nicht gleichmäßig parallel dem Anstieg der zoologischen Reihe (Amphib, Reptil, Vogel, Säuger); es ist vielmehr sprunghafte Entwicklung von tiefstehenden Organismen direkt zu weit höher klassifizierten einerseits und Rückbildung bei höherstehenden Tieren gegenüber niederen anderseits mehrfach festzustellen.

*) J. F. Lehmanns Verlag in München 1911.



Die Urrinde erhält von den tieferstehenden Reflexapparaten des allen Wirbeltieren gemeinsamen niederen Zentralnervensystems (Höhlengrau des Hirnstammes und Rückenmarkes) einen Teil überschüssiger Energie in ausgebildeten Bahnen zugeleitet, verarbeitet ihn und gibt davon wieder einen Teilbetrag an die Unterzentren zur Weiterleitung an die ausführenden Organe ab. Aber — und dies ist der Schlüssel zum Verständnis der Rindenfunktion — ein bestimmter Überschuß der produzierten Energie wird zurückbehalten und aufbewahrt und mit dieser Aufspeicherung von „Energiedepots" fährt die Hinrinde während des ganzen Lebens des Individuums fort. Es bildet sich so ein Energiereservoir aus, vergleichbar dem einer Stauungsanlage, unter dessen stets wachsenden Hochdruck allmählich fast alle Systeme des Organismus gestellt werden, und das eben infolge seines ungeheuren Kraftvorrates auch zur Ausführung höchster Leistungen befähigt ist. Diese spezifische Fähigkeit der Rindenzellen — die Energieaufspeicherung und spätere allmähliche Abgabe — ist das, was wir Gedächtniskraft und Reproduktionsvermögen nennen. Der molekulare Prozeß, der sich hiebei in den Rindenzellverbänden abspielt, ist uns seinem Wesen nach noch unbekannt.

Der Vergleich der Rindenausbildung in der Organismenreihe nötigt uns, mindestens drei verschiedene Rindentypen anzunehmen, die zwar alle auf derselben Grundlage beruhen, genetisch aber untereinander nicht zusammenzuhängen scheinen. Wir unterscheiden so:

1. die membranartige Urrinde der Amphibien,
2. die einschichtige niedere Hirnrinde der Reptilien und Vögel,
3. die mehrschichtige höhere Rinde der Säuger und des Menschen.

Für den erst von den Säugetieren an verwirklichten höheren Rindentyp sind folgende Punkte charakteristisch:

1. die Ausbildung typischer Rindenzellschichten, die auf zwei Fundamentalschichten zurückgeführt werden können (Polystratifikation);
2. die vollkommene Arbeitsteilung des Zellkörpers und seiner Kontaktapparate sowie die Entwicklung spezifizierter Zellformen;
3. die Isolierung der Übertragungsapparate durch Markscheidenumkleidung (Bildung der subkortikalen weißen, leitenden Substanz);
4. die Ausbildung eines Segmentierungssystems (Urwindungssystem) als Ausdruck der Widerspiegelung (Projektion) der Gesamtkörperoberfläche auf die Rinde;
5. die Ausbildung eines Sektorensystems als Ausdruck verschiedenartiger, regionaler, histoarchitektonischer und funktioneller Arbeitsteilung (Differenzierung) der Rindenorgane.

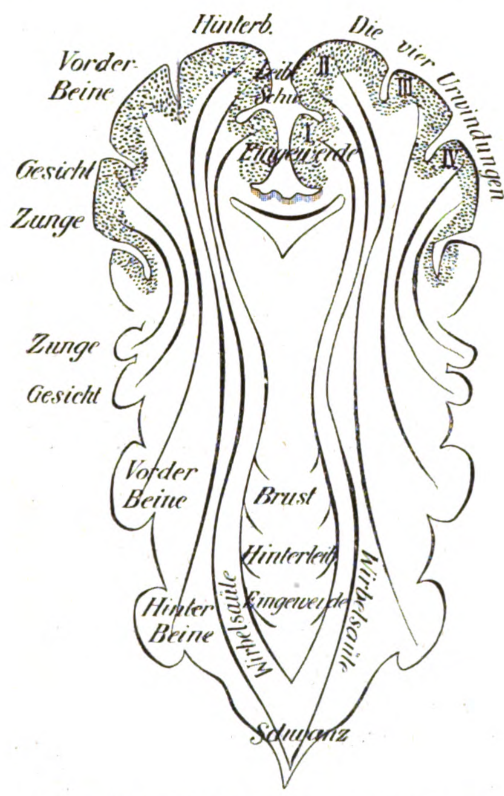
Während die Amphibienrinde es noch nicht einmal zu einer vollkommenen Lostrennung von der Ependymmembran der Fische gebracht hat, vollzieht sich bei der Reptil-Vogelrinde zunächst die vollkommene Abtrennung der Rindenzellschicht von dem Ependym, und es bildet sich zwischen beiden Zellschichten als Differenzierungsprodukt beider eine neue Zwischenlage: das subkortikale (unter der Rinde gelegene) Marklager, das als wesentliches neues Element jetzt die markumhüllten Achsenzylinder langer, zu- und abführender Rindenbahnen und damit die Möglichkeit einer energischen, lokalisierten Rindeneinwirkung bis zu entlegenen niederen Zentren enthält. In dieser noch immer einschichtigen Rinde tritt zum erstenmal deutlich bei den Reptilien die Zellform auf, die von hier an bei allen höheren Tieren bis zum Menschen als charakteristisches, wenn auch nicht einziges höheres Rindenelement gilt: die Pyramidenzelle. Von diesen großen Zellen entspringen nun hier lange, myelinisierte (nervenmarkhaltige) Faserbahnen, die den leitenden Achsenzylinderfortsatz der Zelle enthalten und zur Erregung von niederen motorischen Zentren bestimmt sind, während die sensiblen Erregungen im wesentlichen noch auf hintereinander geschalteten kürzeren Bahnen der Rinde zugehen.

Bei manchen Ordnungen der Reptilien, z. B. Schildkröten und Chamäleonen, kommt es zu einer ersten Segmentierung innerhalb der Rindenzone, so zwar, daß sich in der Längsausdehnung der Hemisphärenrinde (von vorn nach hinten) zwei verschiedene Zonen markieren, eine einschichtige Zellansammlung an der Zwischenhemisphärenwand und eine im oberen Quadranten der seitlichen Hemisphärenwand gelegene Rindenzone. Dies Verhalten fand sich am klarsten ausgeprägt bei den blindschleichenähnlich aussehenden Gymnofionen, einer unscheinbaren, fast im Verborgenen lebenden, offenbar dem Aussterben entgegengehenden uralten Wirbeltierordnung, die eine der systematisch nirgends unterzubringenden „Zwischengruppen" darstellt. Bei ihnen läßt sich die entsprechende Bildung des bei allen höheren Tieren bis zum Menschen als Ammonsformation bezeichneten und in zweifelloser Beziehung zum Geruchsapparat stehenden, spezifischen Riechrindenorgans nachweisen. Nach außen von dieser einschichtigen Ammonsformation liegt eine zweite, wesentlich anders gestaltete Rindenart, die aus zwei völlig getrennten Schichten zusammengesetzt ist; die äußere, schon im Riechapparat entspringende charakterisiert sich so als von prinzipiell sensorischer, rezeptorischer Bedeutung, als der Aufnahme von Empfindungen dienend, während die innere Schicht nach ihrem Ursprung und Zusammenhang von prinzipiell motorischer, effektorischer Natur ist. So treten hier in der Gymnofionenrinde zum erstenmal zwei wichtige Merkmale der höher entwickelten Rinde auf: die Segmentierung in verschiedene Rindenzonen (Ammonsrinde und seitliche, laterale Rindenformation) und der Übergang von einschichtigen Ammonstypus in den zweischichtigen Lateraltypus.

Die Ammonsformation stellt, wie schon gesagt, die spezifische Riechrinde dar. Die Lateralrinde stellt nach den Untersuchungsergebnissen von Jakob und Onelli die viszeralen Rindenzentren dar. Hieher gelangen die Empfindungen aus den Eingeweideorganen, besonders soweit sie mit der Nahrungsaufnahme, Verdauung, Ausscheidung und den sexuellen Organen in Zusammenhang stehen — also Verrichtungen, die für die Erhaltung des Individuums und der Gattung von höchster Wichtigkeit sind, haben hier ihre obersten Zentral-



stellen. Die von der Lateralrinde ausgehenden Antriebe (Impulse) hängen daher ebenfalls mit diesen fundamentalsten aller Funktionen zusammen. Der Hauptanteil der Lateralrinde entspricht bei Säugern und beim Menschen der als gyrus supracallosus bezeichneten Rindenabteilung. Aller fernere Fortschritt bis zur höchst differenzierten Primatenrinde liegt mit dem Auftreten der zweischichtigen Lateralformation im Keime bereits klar vor Augen.



Projektion der Rumpfoberfläche auf die Hirnrinde. Schematisch, die Hirnrinde punktiert.

Beim Vogelhirn läßt sich im Vergleich zum Reptilhirn kein Fortschritt im Bau feststellen. Es hat den Anstieg zu einer höheren Differenzierung nicht weitergeführt; dagegen hat es die schon vorhandenen alten Apparate enorm gesteigert und durch Ausbildung von Kommissuren (verbindende Faserbündel zwischen Teilen des Zentralnervensystems) und Assoziationsbahnen zur Höchstleistung fähig gemacht, ohne daß ein neues Bauprinzip zum Ausdruck gelangt wäre. Der alte Bauplan hat sich hier direkt erschöpft.

Der Gehirntypus der Säugetiere hat daher auch in seinen niedersten Repräsentanten keinerlei direkte stammverwandtschaftliche Beziehungen zu den Vögeln und den meisten Reptilien, sondern er knüpft, wie sein Rindenbauplan unzweideutig zum Ausdruck bringt, direkt da an, wo die Blindwühler (Gymnofionen), diese Zwischenform zwischen Amphibien und Reptilien, aufgehört haben. Es besteht jedoch auch hier noch ein Sprung, eine Lücke, deren Ausfüllung wahrscheinlich bei jetzt ausgestorbenen Formen zu finden wäre.

Der zweischichtige Grundtyp der Hirnrinde der Säugetiere als Verschmelzungsergebnis der ursprünglich getrennten Anlage der äußeren, prinzipiell rezeptorischen sensitiven und der inneren, prinzipiell motorischen effektorischen Schicht läßt sich in der ganzen Säugerreihe bis zum Menschen nachweisen. Überall da, wo der sensitive Charakter einer bestimmten Rindenzone hervortritt (in den optischen, akustischen und anderen Zentren), ist auch entsprechend die äußere Fundamentalschicht ganz besonders verbreitert und weiter differenziert auf Kosten der inneren; da wo der motorische Gesamtcharakter überwiegt, wächst gerade umgekehrt die innere Grundschicht, während die äußere als schmaler Streifen darüber hinwegzieht. Dementsprechend entspringen die motorischen (der Bewegung dienenden) Rindenbahnen alle in der inneren Fundamentalschicht und enden die sensiblen (Empfindungen zuleitenden) Rindenbahnen ganz besonders in der äußeren. Die wechselnde Ausbildung beider Schichten bedingt daher je nach dem vorherrschenden funktionellen Rindengesamtcharakter die regionalen Rindenbauverschiedenheiten. Die Trennung in die zwei Grundschichten bleibt aber nur für die Zellkörper selbst bestehen; durch ihre Kontaktapparate (Protoplasmafortsätze, Neurofibrillen, Kollateralen), verwachsen beide Schichten so innig miteinander, daß die funktionelle Einheit des Rindenquerschnitts dadurch vollkommen garantiert erscheint. Außerdem bildet die zwischen beiden Schichten liegende Körnerschicht, anscheinend ein Trennungsmittel, gerade ein System von kurzen Verknüpfungselementen zwischen beiden Grundschichten. So ergibt sich schließlich, daß der mehrschichtige Rindenquerschnitt nirgends weder ausschließlich sensitiver noch motorischer Natur ist, sondern stets als sensomotorischer Apparat fungiert, wobei allerdings regional mehr die eine oder mehr die andere Seite hervortreten kann. Auch besitzen beide Fundamentalschichten weitere Unterschichten, z. B. die obere Pyramidenschicht drei und die von ihr durch die Körnerschicht getrennte innere Pyramidenschicht zwei. Wir kommen damit also zu sechs Unterschichten, und hierin ist vielleicht eine Art Übereinstimmung mit den Untersuchungsergebnissen Brodmanns zu erkennen, der bekanntlich entdeckte, daß die Hirnrinde in der ganzen Säugetierreihe ursprünglich stets aus sechs übereinander liegenden Schichten besteht (s. Jahrb. X., 1912, S. 225). In dem zweischichtigen Grundtypus der Säugetierrinde mit gemischter, sensomotorischer Funktion ist jedoch nach Jakob und Onelli das biologische Grundgesetz der Säugerrinde zu sehen.

Mit dem Segmentierungsplan der Rinde ist eng verknüpft das erste Auftreten des Urwindungs- und Urfurchensystems, dessen Entwicklung wir hier nicht bis ins einzelne verfolgen können. Zuerst bilden sich die Furchen in der Längsrichtung der Hemisphären — solche sind schon bei den niedersten Säugetierordnungen vorhanden — später die Querfurchen. Dabei projiziert sich allmählich die Rumpfoberfläche in allen ihren Teilen auf der Hirnrinde, und zwar ganz systemmäßig, und so erklärt sich auf die natürlichste Weise die Lage



der Rindenzentren und ihre sagittale (der Längsachse nach verlaufende) Segmentation. Ähnlich wie die Rumpfoberfläche projizieren sich auch die Sinnesorgane, und auch hier bestehen gesetzmäßige Beziehungen zwischen der Lage des Außenorgans, der Richtung seiner Bahnen und der Lage seiner Rindenzentren. Die Sehsphäre projiziert sich in horizontaler Richtung in die Hinterhauptsregion, die Hörrinde in transversaler Richtung in die Schläfenlappen.

Gleichzeitig mit der Ausbildung des Segmentierungssystems erfolgt ein zweiter, für die äußere und innere Morphologie der Hemisphären bedeutungsvoller Vorgang: die Hemisphärenrotation, die Verlagerung der anwachsenden Hirnmantelteile nach hinten, unten, seitlich, die nun auch zur Ausbildung weiterer Furchen direkten Anlaß gibt.

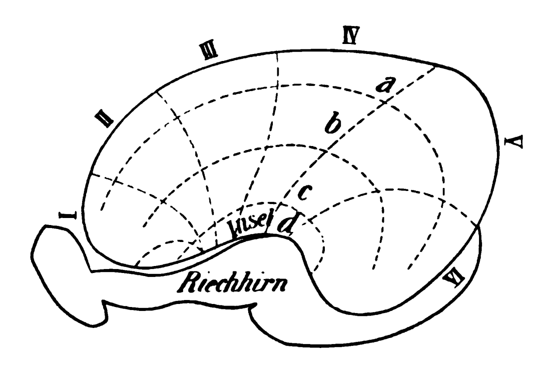
Als letztes wichtiges Prinzip in der Organisation des Hirnmantels bezeichnen die beiden Forscher die Sektorenentwicklung. Bei aufmerksamer Betrachtung des Längsschnitts durch die Hemisphäre eines niederen Säugetieres, z. B. eines Zahnarmen, erkennt man schon mit bloßem Auge, daß im Rindenmantel sukzessive verschieden gebaute Rindenabschnitte von vorn nach hinten nebeneinander geschaltet sind; sie ziehen als sektorenförmige Streifen über den ganzen Hirnmantel, so daß der gesamte Rindenmantel als ein System von fächerförmig über die Hemisphärenoberfläche verlaufenden, gleichgebauten radiären Sektoren aufzufassen ist, deren „Füße" in der der Randfurche aufliegenden Inselrinde zusammenlaufen, während sie nach oben zu bis zur Ammonsformation verlaufen. Die schon bei den niedersten Säugetieren existierenden fünf Ursektoren (je ein frontaler, zentraler, parietaler, okzipitaler und temporaler) gliedern sich in dem bis zum Primatentyp ansteigenden Differenzierungsprozeß durch Auflösung in Teilsektoren, die weit schwieriger zu erkennen sind. Auch läßt sich ein jedem Sektor zukommender Anteil an Projektions- und Assoziationsfaserung gesondert erkennen. Es ergibt sich schließlich folgendes biologisch äußerst wichtige Sektorengrundgesetz:

Alle Sektoren, d. h. die gesamte Rindenoberfläche, sind perzeptorisch (wahrnehmend) tätig, eine Einteilung in getrennte sogenannte „Projektions- und Assoziationszentren" ist somit von vornherein vollkommen abgetan. Jeder Sektor ist Projektions- und Assoziationsorgan zugleich, d. h. in jedem lagern sich Eindrücke nicht nur ab, sondern verknüpfen sich auch miteinander; ein „Zentrum für die höheren psychischen Leistungen" existiert nirgends lokalisiert (örtlich festgelegt), weil diese Leistungen eben in allen Sektoren und ihrer Verknüpfung beruhen.

An der Hand des bisher Angeführten lassen sich zwölf verschiedene Säugetierhirntypen unterscheiden, die sich in verschiedenster Weise charakterisieren lassen. So lassen sich z. B. nach der Zelldichtigkeit der Rinde drei Gruppen aufstellen: die erste mit weitschichtiger Zellagenausbildung, etwa fünf- bis zehntausend Zellen pro Kubikmillimeter aufweisend, umfaßt Beutler-, Zahnlosen-, Wiederkäuer-, Elefanten-, Walfischordnungen; die zweite Gruppe mit mittelgroßem Zellgehalt, 15.000 bis 25.000 Zellen pro Kubikmillimeter, enthält die Raubtiere und Seehunde, die dritte Gruppe mit engschichtiger Zellagenausbildung, 35.000 bis 50.000 Zellen pro Kubikmillimeter, umfaßt die Nager, Halbaffen und Primaten. So scheint schon von der Anzahl der Bauelemente der Rinde alles abzuhängen.

Auf Grund einer eingehenden Vergleichung der Primatenhirne kommen Jakob und Onelli zu folgendem Schluß:

Das Menschenhirn gehört morphologisch vollkommen zu den Primatenhirnen, und nichts, auch rein gar nichts rechtfertigt seine prinzipielle Absonderung. Finden wir uns also endlich damit ab; eine „Vogel-Strauß-Politik" Tatsachen gegenüber ist des Menschen unwürdig. Die Ähnlichkeit ist in allen Stücken so frappant, daß dem Kenner dieser Verhältnisse wahrhaft bange werden möchte, wie nun die uns allen so widerspruchslos erscheinende Überlegenheit des



Längsschnitt durch die Hirnhälfte eines Zahnarmen. (I—VI sechs in der Inselrinde fußende Sektoren, a—d vier Segmente.)

Menschengeistes zu erklären sei, — morphologische Gesichtspunkte (Windungsreichtum, Rindenbreite, Lappenentwicklung usw.) reichen dafür absolut nicht aus, sie erklären angesichts der dargelegten Verhältnisse in keiner Weise den so fundamentalen psychischen Unterschied zwischen Menschenaffen und Menschen — wir werden hier mit Gewalt zur eingehenden feineren und feinsten mikroskopischen Analyse des Hirnrindenbaues bei Affen und Menschen gedrängt.

Ein dem Menschen ausschließlich zukommendes Rindenareal mit eigenartiger Schichtung existiert nicht, wohl aber sind wesentliche Größenzunahmen der menschlichen temporalen, parietalen und frontalen Hirnrindesektoren im Vergleich zu denen der Menschenaffen festzustellen, während die zentralen und okzipitalen im Verhältnis ungefähr gleich bleiben. Dagegen gibt der gewaltige Überschuß der Zellenanzahl und damit im Zusammenhang der Fasermenge beim Menschen in allen Sektoren wohl einen Fingerzeig, worin eigentlich der Schlüssel zur Aufdeckung des Zusammenhanges zwischen Rinderstruktur und geistiger Leistung beruhen mag: die menschliche Hirnrinde arbeitet mit einem Zellüberschuß von etwa acht bis neun Milliarden über den Orang-Utan; dieser verfügt über etwa 1000 Millionen Zellen, der Mensch über zehnmal mehr, also rund 10.000 Millionen. Wenn wir uns nun auf der einen Seite vergegenwärtigen, daß die psychischen Phänomene Kom-

binationsprodukte von Zellverbänden und den ihnen innewohnenden Energieleistungen darstellen, und auf der anderen Seite uns die mathematische Formel für die Kombinationsmöglichkeiten aller dieser Elemente vorzustellen versuchen, so gelangen wir zu so ungeheuerlichen Zahlen zu Gunsten des Menschen, daß man beruhigt aufatmet: die Ehre der menschlichen Hirnrinde ist gerettet!

Es würde den hier zur Verfügung stehenden Raum überschreiten, in gleich ausführlicher Weise auf die Einleitung des zweiten Tafelwerkes „Das Menschenhirn" von Jakob einzugehen. Es seien deshalb nur einige einleitende Sätze zur Kennzeichnung des Standpunktes, den der Verfasser einnimmt, angeführt.

Die biologische Bedeutung des nervösen Zentralapparats beruht beim Menschen wie bei den Tieren ganz grundsätzlich darin, daß derselbe infolge seines Aufbaues die in der Anlage getrennten sensiblen und motorischen Elemente, Bahnen und Zentren zu einer in mehrfach wiederholten Etappen erfolgenden Vereinigung bringt und dadurch die für den Organismus fundamentale Überführung der sensiblen Reize in motorische Vorgänge, Reaktionen, ermöglicht. Jede diese Etappen aber repräsentiert eine Steigerung der Leistungshöhe, eine Vervollkommnung in der Ausnützung des Transformierungsvorganges (Umwandlungs- oder Überführungsvorganges). Im Verlauf der fortschreitenden Ausbildung der mehrzelligen Lebewesen trat diese Trennung der peripheren Apparate in aufnehmende und ausführende, rezeptorische und effektorische Organe ein, als Verwirklichung des Prinzips der Arbeitsteilung, und die für die Existenz des Individuums lebenswichtige Verwertung der Leistungen beider Systeme besorgt eben das Zentralorgan, das die sukzessive zentrale Vereinigung der peripher (an der Außenfläche des Wesens) geschiedenen Anteile gewährleistet.

Es handelt sich bei dieser „Vereinigung", deren einfachste Form der Reflexvorgang ist, nicht nur um einen bloßen Kontaktvorgang, eine „Umsetzung sensorischer Energie in motorische", sondern der Zentralapparat, das Gehirn, bewirkt zunächst selbsttätig im Zusammenhang mit den peripheren Organen eine Umwandlung der Erregung in spezifisch „nervöse Energie", eine Transformierung des bisher physikalischen Vorganges in einen höherwertigen dadurch, daß er mit ihm eine besondere, ihrem Wesen nach verschiedene Dynamisierung vornimmt. Dieser somit „assimilierte Prozeß" erleidet nun außerdem in den Zentralorganen eine Reihe von Abänderungen, indem diese Apparate je nach ihrer Differenzierungshöhe abwechselnd als Multiplikatoren und Divisoren, Umschaltungs- und Kombinierungsorgane, Akkumulatoren-, Verstärkungs- und Hemmungssysteme wirken und schließlich erst, je nach der Entwicklungsstufe der Organe, die entsprechende reaktive Verknüpfung in zeitlich und dem Grade nach differenzierter Weise ausgelöst wird. Als „Nebeneffekte" werden bei dieser „inneren Arbeit" eben die „psychischen Kräfte" frei, welche für die Forderungen der Natur nebensächliche „Luxusleistungen" darstellen, für das Individuum aber mehr und mehr Hauptbedeutung erlangen. Sie stellen die höchste spezifische Funktion des zentralen Nervensystems dar, und je höher die Ausbildung seiner Mechanismen gediehen ist, um so höher steigen diese Leistungen.

Zum Schlusse betont Chr. Jakob auch hier wieder, daß man von motorischer oder sensorischer Hirnrinde überhaupt nicht reden kann; nur um ein Überwiegen des einen oder des anderen Rindenfaktors in einem bestimmten Bezirk könne es sich handeln. Dementsprechend repräsentiert in Wirklichkeit auch nicht einmal die elementarste „Urempfindung" einen rein sensiblen Rindenakt, ebensowenig wie ein rein effektorischer, elementarster Willensakt in der Rinde sich abspielen kann: sämtliche Rindenprozesse ohne Ausnahme müssen prinzipiell gemischter, müssen a priori sensomotorischer Natur sein: biologisches Rindengrundgesetz.

Zweitens aber ergibt sich daraus, daß in der Rinde für eine dritte spezifizierte „Zentrenkategorie", die sogenannte „überwertige Assoziationsrinde", überhaupt kein Platz mehr ist, sie existiert gar nicht. Alles, was in der klinischen, physiologischen, biologischen und psychologischen Literatur darüber geschrieben ist, muß auf der Basis der Ergebnisse dieses Bandes umgearbeitet werden, wenn fruchtbares Ackerland daraus werden soll. Diese Aufgabe behalten sich die Verfasser für einen besonderen Band vor. Dort sind die biologischen Grundlagen für die als Gedächtnis-, Reproduktions-, Assoziations-, Willens-, Ausdrucks- und Phantasieakte der seelischen Tätigkeit bezeichneten Rindenprozesse zu untersuchen und ihre Zusammenhänge mit dem organischen Aufbau der Rinde klarzulegen. Auf die Lösung kann man gespannt sein.

Die Wildformen des Menschen.

Die „Wildformen" der Gattung Mensch, von der Forschung vergangener Jahrzehnte vielfach vernachlässigt oder ganz übersehen, erfreuen sich heute der ganz besonderen Aufmerksamkeit der Anthropologen. Mit Recht; denn in ihrer Ursprünglichkeit und Unberührtheit von der Kultur geben sie uns ein Bild jener unendlich weit zurückliegenden primitiven Zustände, welche auch die Vorfahren der jetzt am höchsten stehenden Rassen durchgemacht haben müssen.

In einer Arbeit über Zwergvölker und Zwergwuchs gibt Dr. Rudolf Pöch*) eine gute Zusammenfassung alles dessen, was über die sogenannten Pygmäen erforscht ist. Diese, die Rassenzwerge, sind in keiner Hinsicht mit den Erzeugnissen des pathologischen, krankhaften Zwergwuchses oder den kretinistischen Zwergen zusammenzuwerfen, deren Betrachtung hier ausscheidet. Nicht pathologische, sondern eher „kindliche" Merkmale sind bei ihnen zu entdecken. Dazu gehört vor allem die relativ steilere Stirn, die bei manchen Zwergvölkern direkt an die kindliche Stirnbildung erinnert. Gemeinsam ist wohl allen Pygmäenschädeln außerdem das Feh-

*) Mitteil. der k. k. Geogr. Gesellsch Wien, Bd. 55 (1912), Nr. 5 und 6.

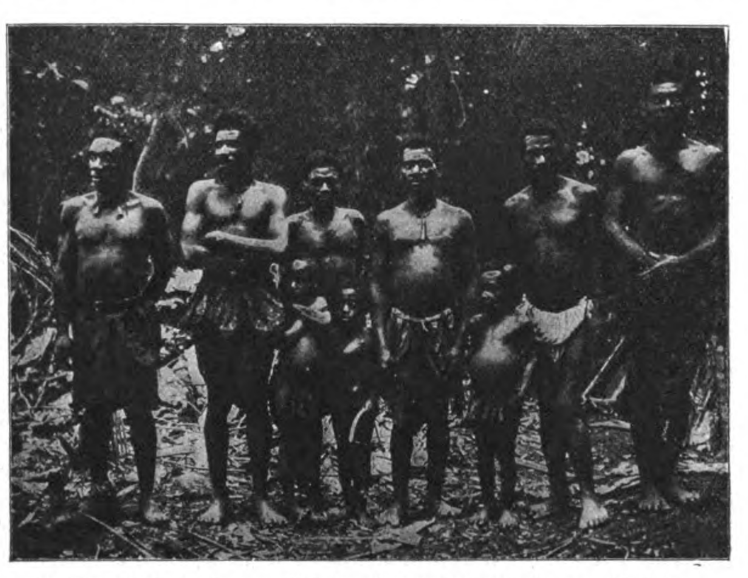


len oder die sehr schwache Ausbildung von Überaugenwülsten, die große Zartheit der Schädelknochen. Auch die Brachyzephalie vieler Pygmäenschädel könnte man als kindliches Merkmal auffassen, als ein Stehenbleiben auf einer früheren Wachstums- und Entwicklungsstufe. Jedoch ist die Brachyzephalie durchaus keine regelmäßige Eigenschaft der Pygmäen.

Die heute lebenden Zwergvölker bewohnen fast durchweg Gebiete, die am Rande der von den anderen Menschenrassen bevölkerten Zone liegen. Ihre Heimat sind wasserlose Steppen, dichte Urwälder oder unfruchtbare Länder im hohen Norden. Sie führen sämtlich ein Leben unter sehr harten Bedingungen, das uns sehr entbehrungsreich erscheint. Die Leute selbst sind klein von Gestalt, meist mager und fettlos, bei den Lappen und Buschmännern ist die Haut schon in frühen Jahren gerunzelt. Dem Forscher, der sie genauer beobachtet, machen sie jedoch keineswegs den Eindruck verkümmerter, aus Mangel an ausreichender Ernährung zurückgebliebener Formen. Dr. Pöch kann bezüglich der von ihm in der Kalahariwüste besuchten Buschmänner nur sagen, daß jeder Europäer diese Menschen wegen ihrer außerordentlichen Tüchtigkeit und Leistungsfähigkeit beneiden muß und daß ihnen jedes Degenerationsmerkmal fehlt. Auffallend ist die verhältnismäßig große Anzahl ganz ungewöhnlich alter Buschmänner und Buschmannsfrauen, die man unter den vereinzelt auf südafrikanischen Farmen lebenden Buschleuten findet; sie werden dort, wo der harte Kampf ums Dasein die Alten unter ihnen nicht mehr ausmerzt, außerordentlich alt. Auch in dem Fettmangel des Unterhautzellgewebes bei Buschmännern und Lappen und in dem mächtig vorgewölbten Unterleib des Buschmannes hat man Beweise von Unterernährung sehen wollen, die im Laufe der Zeiten zu Kümmerformen führen müßten. Der stark vergrößerte Unterleib hängt mit der Unregelmäßigkeit der Ernährung, mit der Abwechslung von Fülle und von Hunger und Entbehrung zusammen und tritt auch bei hochgewachsenen Wildvölkern auf. Veranlassung zu Entartung können schwerlich die Zustände werden, durch welche die Vorfahren der heutigen Menschheit wohl sämtlich, und zwar noch in viel härteren Graden, hindurchgegangen sind.

Es sind viele Versuche gemacht worden, die Pygmäen zu klassifizieren und durch einen scharfen Schnitt von den höhergewachsenen Rassen zu trennen. Dr. Pöch fürchtet, daß wir alle weitgehenden Zusammenfassungen von Zwergvölkern bei Mehrung unserer Kenntnisse über sie wieder werden aufgeben müssen; er sieht auch in jeder scharfen Abgrenzung derselben von den hochgewachsenen Rassen eine künstlich aufgestellte Scheidewand. Wir können heute schon mehrere kleingewachsene Gruppen der Menschheit unterscheiden, die untereinander ähnliche Verschiedenheiten zeigen wie die hochgewachsenen. Es sind folgende Gruppen:

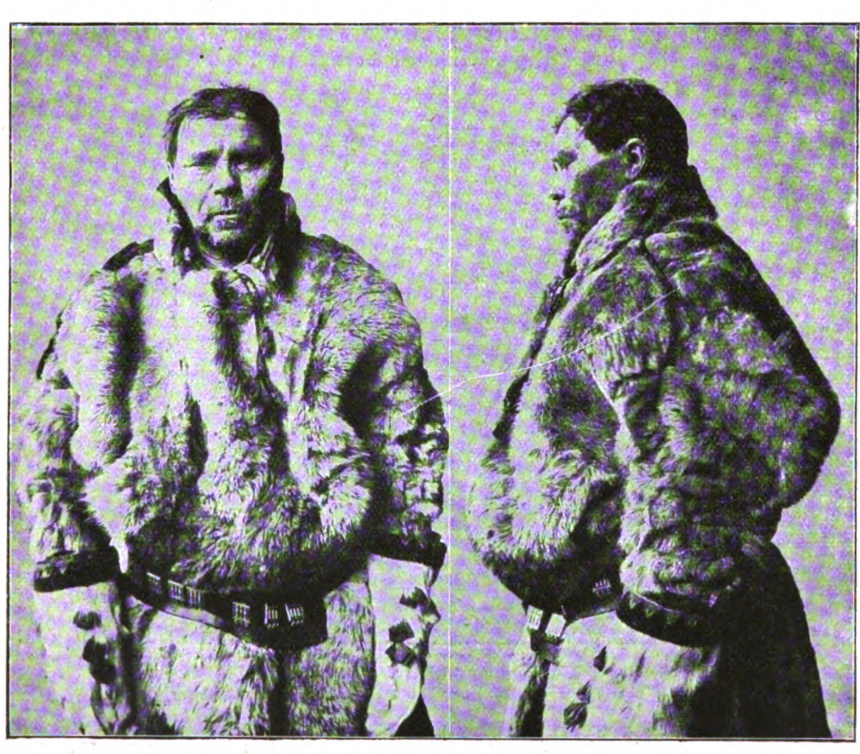
1. Die negritoartigen Zwergvölker, zwischen 148 und 152 Zentimeter hoch, von schwarzer Hautfarbe, wollhaarig, prognath (mit vorspringender unterer Gesichtspartie). Zu ihnen gehören die Aëtas auf den Philippinen, die Andamanesen, die Semang auf der Halbinsel Malakka, Reste und Mischvölker in Indonesien und negritoartige Elementa auf Neuguinea und östlich gelegenen melanesischen Inseln. Verschiedene andere Merkmale scheinen ebenfalls durch die Gruppe zu gehen: ein breites, niedriges Gesicht, eine breite Nase mit tiefen Ansätzen der Nasenflügel und tiefliegender Nasenwurzel, eine konvexe, lange Oberlippe, ausgeprägte Nasenlippenfurchen und zurücktretendes Kinn.



Pygmäen aus der Umgebung von Molundu. (Aus Adolf Friedrich, Herzog zu Mecklenburg. Vom Kongo zum Niger und Nil. 2 Bde. Verlag F. A. Brockhaus, Leipzig.)

2. Die zentralafrikanischen Pygmäen sind verhältnismäßig noch am wenigsten bekannt; wahrscheinlich wird man bei ihnen zwei bis drei Untergruppen unterscheiden können. Es gibt dunklere und hellere, zugleich am Körper auffallend behaarte Stämme. Kurze und mittellange Schädel mit geringer Prognathie scheinen zu überwiegen; nach den bisherigen Berichten dürfen wir im Westen ein langschädliges und stärker prognathes Zwergvolk vermuten. Die zentralafrikanischen Pygmäen scheinen die kleinsten unter allen Zwergvölkern zu sein, mit Körperhöhen von weniger als 150 Zentimeter. Sie sind durchweg wollhaarig. Auch bei ihnen ist eine breite, tief eingefaltete Nase und eine konvexe, lange Oberlippe die Regel. Die meisten Beobachter berichten von einer gewissen Negerähnlichkeit. Wie man einen gemeinsamen Ursprung für die Melanesier und die afrikanischen Neger annimmt, so könnte man auch einen verwandtschaftlichen Zusammenhang zwischen der negritoartigen Gruppe und den zentralafrikanischen Pygmäen vermuten.

3. Die **Buschmänner** mit einer durchschnittlichen Körperhöhe von 144 Zentimeter. Diese Rasse ist ganz auffallend hellhäutig, hat sehr engspiralig eingerollte Wollhaare, die Behaarung des Kopfes ist sehr dürftig, am Körper fehlt sie fast gänzlich. Die Schädel sind meso- bis dolichozephal und sehr niedrig, die Stirn ist stark vorgewölbt. Das Gesicht ist sehr breit, selten in der Zahngegend vorspringend, die Nasenwurzel ganz flach, die Oberlippe manchmal konvex, aber kurz. Sehr charakteristisch sind die ganz kleinen läppchenlosen Ohren, deren Ränder stärker eingerollt sind als

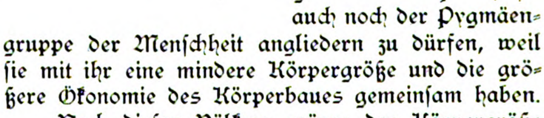


Enare-Lappe. (Nach Zeitschrift für Ethnologie 1912, Heft 1, nach W. Crahmer.)

die anderer Menschenrassen. Die Lendenwirbelsäule ist scharf abgeknickt, auffallend ist eine besonders beim weiblichen Geschlecht deutliche Fettansammlung am Steiß (Steatopygie). Das Verbreitungsgebiet dieser Rasse ist zurzeit nur Südafrika, erstreckte sich aber früher wahrscheinlich nach Norden bis über den Äquator. Neben vielen sehr primitiven Merkmalen zeigt die Buschmannsrasse eine hochgradig einseitige Spezialisierung, so daß sie eine recht isolierte Stellung unter den anderen Menschenrassen einnimmt. Sie weist nicht nur weitgehende Verschiedenheit von den Negern, sondern selbst von den zentralafrikanischen Pygmäen auf.

4. Die **Lappen**, ein Völkchen von durchschnittlich 150 Zentimetern Körperhöhe bei Männern, kurzen, niedrigen Köpfen und breiten, niedrigen, orthognathen Gesichtern, schlicht- oder wellhaarig und von lichter Hautfarbe, bewohnen heute nur den Norden Skandinaviens und Finnlands, waren früher aber beträchtlich weiter nach Süden verbreitet. Sie haben eine finnisch-ugrische Sprache angenommen, ihre leibliche Verwandtschaft ist aber nicht klargestellt. Auch sie sind durchaus nicht ein degeneriertes Volk, ernähren sich nach Aussage von Reisenden, die längere Zeit unter ihnen gelebt haben, durchaus nicht ungenügend, sind an ihre Umgebung gut angepaßt und weit entfernt von pathologischer Degeneration. Das Auftreten des ersten Schriftstellers unter ihnen, des Lappen Johann **Turi**, hat den Blick der zivilisierten Menschheit gegenwärtig erfreulich auf dieses etwa 26.000 Seelen umfassende Völkchen zurückgelenkt.

5. Die **weddaartigen Völker** mit einer durchschnittlichen Körperhöhe von 157 Zentimetern bei Männern sind wellhaarig, von brauner Hautfarbe, leicht langschädlig und leicht prognath. Sie sind in Bau und Verhältnis schlank und grazil. Die besten Vertreter dieser Gruppe sind die Weddas auf Ceylon (s. Jahrb. II., S. 301), außerdem gehören dazu die Senoi auf der Halbinsel Malakka und wellhaarige kleine Völkerreste oder -gemische in Indonesien und Südindien (die Kanikar u. a. m.). Die Weddaartigen unterscheiden sich von den zentralafrikanischen Pygmäen, der negritoartigen Gruppe und den Buschmännern durch die Haarform, von diesen und den Lappen wieder durch die durchschnittlich etwas größere Körperhöhe. Trotzdem glaubt Dr. **Pöch** sie auch noch der Pygmäengruppe der Menschheit angliedern zu dürfen, weil sie mit ihr eine mindere Körpergröße und die größere Ökonomie des Körperbaues gemeinsam haben.



Nach diesen Völkern wären der Körpergröße nach die **Aino** in Nordjapan und auf der Insel Sachalin zu nennen (mittlere Körperhöhe bei Männern etwa 156 Zentimeter). Sie sind mesozephal, wenig prognath, von recht hellbrauner Hautfarbe, von gedrungenem Körperbau und zeichnen sich durch besonderen Haarreichtum sowohl am Haupte als auch am Körper aus. Sie hatten früher ein weiteres Verbreitungsgebiet über die anderen japanischen Inseln und auch nach dem asiatischen Festlande hin.

Die Aino unterscheiden sich von allen bisher genannten kleinwüchsigen Völkern durch eine gewisse Derbheit und Grobknochigkeit, sie werden auch von keiner Seite als Zwergvolk in Anspruch genommen. Aber der ganze Osten Asiens ist ein Verbreitungsgebiet für Menschenrassen von niederem Wuchs, hier wird einem besonders klar, daß ganz gleitende Übergänge der Körperhöhe vorhanden sind, und daß eine scharfe Abgrenzung der

Menschheit bloß nach der Körperhöhe unmöglich ist. Alle Forscher, die Pygmäenstämme selbst besucht haben, versichern, sie hätten sehr flinke, leistungsfähige, gesunde und auch langlebige Menschen gesehen. Die Pygmäen sind also keine kümmerlichen, degenerierten Menschenrassen, sondern sie sind Anpassungsformen der Menschheit, deren Körperbau eine höhere Ökonomie zeigt als der hochgewachsener Rassen. Die Pygmäen sind bodenständige Völker im vollen Sinne des Wortes, es darf uns daher nicht wundern, in ihnen auch hochgradig ausgebildete Anpassungsformen zu finden. So ist der Buschmann die geeignetste Steppenform (s. Jahrb. IX, S. 214), der zentralafrikanische Pygmäe die ausgesprochene Urwaldform des Menschen in Afrika. Beide sind an die Umgebung vollständig angepaßt und in der Ausnutzung der Hilfsquellen ihrer Heimat allen anderen Völkern in ihrer Nähe bedeutend überlegen. Die Pygmäen sind auch älter als die anwohnenden hochgewachsenen Völker. Sie erscheinen uns aber deswegen noch nicht als die ältesten jetzt lebenden Menschenrassen überhaupt: die Australier (s. unten), manche Melanesier und Negervölker zeigen mehr primitive Merkmale im Körperbau.

Aus Skelettresten oder Schädeln auf das Dasein prähistorischer Zwergvölker schließen zu wollen, ist eine sehr gewagte Sache. Es kann sich bei derartigen Funden um Individuen einer größeren Rasse handeln, die an der untersten Grenze der Variationsbreite derselben stehen, bei Schädeln auch um zartgebaute weibliche Individuen größerer Rassen. Wir müssen bis jetzt daran zweifeln, daß es in Amerika jemals eine menschliche Zwergrasse gegeben hat. Für das vorgeschichtliche Europa ist die Wahrscheinlichkeit größer, da im Norden heute noch die Lappen wohnen und die Nähe Afrikas mit seinen Zwergvölkern nicht ohne Bedeutung sind.

Jagen und Sammeln sind für die afrikanischen Pygmäen die beiden Möglichkeiten, das Leben zu fristen in den dichten tropischen Urwäldern und in den wasserarmen Steppen. Den Sprung vom Jäger zum Ackerbauer haben weder die Urwaldpygmäen noch die Buschmänner gemacht, nur eine tiefgehende Veränderung der äußeren Verhältnisse und der Eigenart könnte das vielleicht bewirken. Ein Jägervolk kann nicht ohne weiteres den Ackerbau „lernen"; die verfehlten Versuche, Buschmänner dauernd anzusiedeln und zu Ackerbauern zu machen, bezeugen dies. Aber wäre es nicht möglich gewesen, sie wenigstens zur Kulturstufe des Hirtendaseins hinaufzuführen? Dies ist eine Frage, die uns ein Blick auf den Kulturzustand der Lappen nahelegt.

In einem Vortrage, den Wilh. Crahmer gelegentlich einer Ausstellung von „Nordland"-Menschen zu Berlin im Jahre 1911 über Lappen und Samojeden hielt, wird betont, daß jedes dieser Völker das Produkt jahrhundertelanger Mischung darstellt und Rassenelemente verschiedenster Art in sich trägt.*) Die Lappen nehmen den Norden Skandinaviens und Finnlands ein, in versprengten Resten weit nach Süden reichend, die Samojeden den Rußlands und Westsibiriens. Die Wohn- und Wanderstätten der Lappen erstreckten sich, nach der Verbreitung ihrer steinernen Altertümer zu schließen, in Skandinavien viel weiter südlich, bis in die Küstenstriche vom Vesterbotten bis Gestrikland und bis nach Dalekarlien. Neben Hunden kommt für beide Völker als Haustier nur das Renntier in Betracht, mit dem das tägliche Leben und die ganze Kultur dieser Nomaden aufs engste verwachsen ist. Die Zucht des Renntiers zwingt die Leute zum



Samojeden-Weib. (Zeitschrift für Ethnol. 1912, Heft 1, nach W. Crahmer.)

Wandern, um immer neue Weiden für die Herden zu suchen. So verbietet sich ein Wohnen in festen Häusern von selbst, und Unterkunft können nur die leicht abzubrechenden Zelte und die Erdhütten bieten.

Es sind Kindheitsvölker in allem und jedem, einmal willig und entgegenkommend, im nächsten Augenblick ohne ersichtlichen Grund vor Wut schäumend. Und dann bitten sie wieder ab, unterwürfig und unter den größten Freundschaftsbeteuerungen. Doch nimmt der Lappe in dieser Hinsicht eine höhere Stelle ein; er geht diplomatischer vor und wird kaum seine Abneigung in so offener Weise zeigen, eine Folge der jahrhundertelangen Bedrückung durch die umwohnenden Völker. Lappen wie Samojeden gehören zu den sogenannten zurückgedrängten Völkern. Auf die ersten haben Norweger und Schweden, Russen und Finnen eingewirkt und sie auf immer engere Wohnsitze beschränkt. Und das ist wesentlich für Stämme, die ein Nomadenleben zu führen gezwungen sind. Ge-

*) Zeitschr. für Ethnol., 44. Jahrg. (1912), 1. Heft.



rade die Zucht des Renntiers macht ein Wandern über ausgedehnte Länderstrecken nötig. Dieser Zwang, stets den Wohnsitz zu ändern, ist die Quelle für immer neue Kämpfe gewesen. Heute sind die Wanderungen der Lappen zwischen den beteiligten Staaten gesetzlich geregelt.

In derselben Lage befinden sich die Samojeden, deren ursprüngliche Heimat wohl wie die der Jenissei-Ostjaken in Hochasien, am Altai und im sajanischen Gebirge liegt, von wo sie längs der großen Ströme, Ob, Irtisch und Jenissei, dem Eismeer zugewandert sind. Der Samojede ist von sehr kleiner Statur, im Durchschnitt nur 1·42 Meter hoch. Die Haare sind schlicht und dunkel, der Bartwuchs um Mund und Kinn ist bei einzelnen Typen sehr spärlich; blonde Individuen sollen nicht selten sein. Die Hautfarbe ist gelblich, scheint aber stark zu wechseln und ist bei der überaus mangelhaften Reinlichkeit sehr schwer festzustellen; so erkannte z. B. Middendorf während seiner großen Reise seine samojedische Wäscherin eines Tages nicht wieder: sie hatte sich gewaschen.

Die Samojeden weisen im Typus außerordentliche Verschiedenheiten auf; zum mindesten kann man bei ihnen von einem mongolischen und einem finnischen Typus sprechen. Es müssen bei allen Samojedenstämmen außerordentlich viele Mischungen vorliegen. Ein interessantes Problem, das noch der Lösung harrt, ist das Vorkommen blonden Haares unter diesen Stämmen, selbst da, wo der Verdacht fremden Einflusses, etwa durch Europäer, Russen z. B., ausgeschlossen erscheint.

Bei den Lappen sind gute Vertreter des Rassetypus infolge weitestgehender Mischung mit Russen, Finnen und Skandinaviern verhältnismäßig nicht allzu häufig anzutreffen. Als gute Vertreter möchte Crahmer Leute von einer Größe bis zu 1·5 Meter, höchstens 1·6 Meter und von schlichtem, dunklen Haar bezeichnen. Gute Typen scheinen oft die schräggestellten Augen der Mongolen, dieselbe hochgradige Jochbogenbreite, noch betont durch ein sehr spitzes Kinn, zu zeigen. Die Nase ist ziemlich klein, platt und weist oft eine ganz charakteristische Aufstülpung auf. Bei Lappen im äußersten Norden, in der Umgebung des Enaresees, wurde festgestellt, daß Körpergröße, Haarfarbe und Schädelbreite auffallende Beziehungen zueinander aufwiesen, dergestalt, daß ganz gesetzmäßig der kleinsten Körpergröße auch schwarzes Haar und die größte Schädelbreite entsprachen, während die großen Individuen sich durch helles Haar und schmäleren Schädel auszeichneten.

Der Ureuropäer.

Auf Grund der neueren Funde von nahezu vollständigen Skeletten des Mousterienmenschen (Neandertalers) und der weit zierlicheren Rasse des Aurignacmenschen in Südfrankreich hatte Prof. Dr. H. Klaatsch dargelegt, daß die große Verschiedenheit der beiden Menschenrassen aus der Diluvialzeit dazu berechtige, zwei verschiedene Spezies daraus zu machen. Die streng morphologische Vergleichung dieser fossilen Menschenknochen mit denen der Menschenaffen zeige, „daß der Unterschied zwischen dem Typus von Neandertal und Aurignac eine ganz auffällige Parallele findet in den Verschiedenheiten, welche der Skelettbau der beiden größten Menschenaffen, des afrikanischen Gorilla und des auf Borneo und Sumatra lebenden Orang darbietet." Prof. Klaatsch behauptet, die Neandertalrasse und die Gorilloiden seien frühzeitig getrennte Zweige eines gemeinsamen Stammes, der sich aus der Urgruppe der höheren Primaten loslöste. Der Aurignacmensch vereinigt in sich Merkmale, die heute teils bei modernen Europäern, teils bei den Eingeborenen Australiens und teils beim Orang sich finden. Auch der Neandertalmensch vereinigt in sich Merkmale, welche jetzigen Europäern, Australiern und dem Gorilla zukommen. So kommt Prof. Klaatsch zu der Annahme zweier großer Ströme der Vormenschheit: eines West- und eines Oststromes, von denen jeder sich in eine Anzahl Menschenrassen und Menschenaffen gegliedert hat. Wir kennen vorläufig nur die am allerschärfsten markierten Züge dieser Entfaltung, die durch die Westgruppe der Neandertal-Gorilloiden und die Ostgruppe der Aurignac-Orangoiden gekennzeichnet sind (s. die ausführliche Darstellung im Jahrb. IX, S. 222).

Diese polygenistische, mehrfachen Ursprung annehmende Theorie der Abstammung des Menschen hat in der gelehrten Welt mehrfach heftigen Widerspruch hervorgerufen. Zu den Forschern, welche die Folgerungen von Prof. Klaatsch als nicht ausreichend begründet ansehen, gehört Kasimierz Stolyhwo, der Direktor des Anthropologischen Laboratoriums der Wissenschaftlichen Gesellschaft in Warschau.*) Prof. Klaatsch gründet die Gegenüberstellung des Neandertal-Gorillatypus einerseits und des Aurignac-Orangtypus anderseits auf eine genaue Untersuchung der Gestalt der Gliedmaßenknochen des Gorilla und Orang, des Neandertalers und des Aurignacmenschen. Stolyhwo ist mit den morphologischen Ergebnissen dieser Untersuchung völlig einverstanden, kann sie aber nicht als ausreichende Grundlage für die Schlußfolgerungen, die Klaatsch daraus zieht, ansehen.

Nach seiner Ansicht sind alle von Prof. Klaatsch hervorgehobenen Übereinstimmungen nur Konvergenzerscheinungen, nicht Resultate der Verwandtschaft. Die Schlankheit, die Grazilität des Aurignac-Orangtypus einerseits und der plumpe, derbe Bau des Neandertal-Gorillatypus anderseits stellen zwei verschiedene Entwicklungsbahnen dar, deren jede auch solchen Tiergruppen gemeinsam sein kann, die der Abstammung in engerem Sinne nach voneinander unabhängig sind. Erst wenn eine funktionelle, durch gleiche Verrichtung hervorgerufene Entstehung der Ähnlichkeit nicht anzunehmen ist, sind wir berechtigt, aus Ähnlichkeiten der Form auf Verwandtschaft ihrer Träger zu schließen.

So können also nach Stolyhwo die Ähnlichkeiten, die bezüglich mancher Merkmale der Gliedmaßen nachgewiesen sind, keineswegs als ausreichende Gründe für die Feststellung der Zusammengehörigkeit gewisser Menschen- und Affenzweige angesehen werden. Die übrigen Körperteile müssen

*) Zeitschr. für Ethnol., 44. Jahrg. (1912), Heft 1.



in gleichem Maße berücksichtigt werden, z. B. der *Schädel*. Der Vergleich des Schädelbaues aber der vier in Betracht kommenden Typen bestätigt nach *Stolyhwos* Meinung die Ausführungen Prof. *Klaatschs* durchaus nicht. Zwar behauptet letzterer bezüglich der Stirnregion, daß in der Gorilla-Neandertal-Entwicklungsreihe die Augenbrauenbogen nicht nur beibehalten, sondern sekundär vergrößert wurden, während dem Orang und dem Aurignacmenschen gemeinsam eine rudimentäre Beschaffenheit des Augenbrauenwulstes zukommt. *Stolyhwo* meint jedoch, daß diese Merkmale ganz einfach mit der allgemein plumpen Struktur des einen und der allgemein grazilen Struktur des anderen Typus im Zusammenhang stehen. Nach seiner Ansicht ist die Form, die Konfiguration des Supraorbitalbogens in dieser Hinsicht bedeutend mehr maßgebend als der Grad ihrer Ausbildung; denn die Form scheint von den funktionellen Faktoren nur sehr schwach beeinflußt zu werden. Die von *Stolyhwo* durchgeführten vergleichenden Untersuchungen über die Struktur der Augenbrauengegend der genannten zwei Menschenrassen und zwei Menschenaffen zeigen ganz deutlich, daß der Charakter der Supraorbitalbogen beim Neandertaler und Gorilla durchaus verschieden ist, ebenso beim Aurignaker und Orang. So fällt z. B. beim Menschen die maximale Dicke der Brauenwülste auf den Mittelteil derselben, beim Gorilla und Orang dagegen auf den seitlichen Teil der Augenhöhle.

Nachdem *Stolyhwo* seine Untersuchungen in Tabellen und schematischen Abbildungen veranschaulicht hat, schließt er mit den Worten: „Meine an den Orbitalbogen angestellten Untersuchungen haben, wie nachgewiesen wurde, ein Resultat ergeben, welches den von *Klaatsch* auf die Extremitätenknochen gestützten Ausführungen *geradezu widerspricht*. Ist es aber so, dann müssen die angeführten phylogenetischen (auf die Abstammung bezüglichen) Schlußfolgerungen *Klaatschs* fallen.

„Wollen wir unsere streng wissenschaftliche Stellung weiter beibehalten, so muß von uns anerkannt werden, daß wir bis jetzt nicht über die *Bestätigung der Verwandtschaft zwischen Mensch und Menschenaffe überhaupt hinausgekommen sind*. Ein genauerer Stammbaum darf noch nicht aufgestellt werden."

Mit welchen Schwierigkeiten die in Rede stehenden Forschungen verknüpft sind, beweisen die Bemühungen, die seitens der Paläontologen vielfach gemacht werden müssen, um den diluvialen Fundstücken erst einmal die der Wirklichkeit entsprechende ursprüngliche Form wiederzugeben. Prof. *Schuchhardt* berichtet über eine neue Zusammensetzung des Schädels des von *Hauser* gefundenen Homo Mousteriensis, der zusammen mit dem tadellos erhaltenen jüngeren Homo Aurignacensis im Frühling 1910 für das Berliner Museum für Völkerkunde erworben worden war.*) Während die Rumpfknochen des ersteren Skeletts so morsch waren, daß von ihnen ebenso wie von den Arm- und Beinknochen nur wenig geborgen werden konnte, waren für den Schädel die Teile ziemlich vollständig erhalten und erweckten von vornherein große Hoffnungen. So setzte man ihn schon in der ersten Entdeckerfreude mit Pastellin vorläufig zusammen und führte ihn der Naturforscherversammlung zu Köln vor. Damals ist er dann auch in seinem noch weichen Zustand geformt worden und hat so den wunderlichen, leider weit verbreiteten Abguß gezeitigt. Das Mißtrauen, das dieser erregte, machte es nötig, eine neue Zusammensetzung des Schädels unter Hinzuziehung namhafter, bisher unbeteiligter Autoritäten vorzunehmen.

*) Prähist. Zeitschr., IV. Bd., 3. und 4. Heft.

Die Knochen wurden von dem anhaftenden Plastellin gereinigt, in langsamem Verfahren durch sieben- oder achtfache Tränkung mit einer warmen Leimlösung gehärtet und mit Zelluloidlack überzogen. Dann wurden sie alle einzeln geformt und aus den Formen je drei Gipsausgüsse gemacht. Von diesen drei Gipsexemplaren aller Schädelknochen erhielt eins Prof. *Klaatsch* in Breslau, eins Prof. *Kallius* in Greifswald, eins behielt die Berliner Museumsleitung. Nachdem unter ständigem Zusammenarbeiten dieser drei Stellen die Form, die das Schädeldach erhalten mußte, im wesentlichen festgestellt war, wurde aus der Gipszusammensetzung ein Hirnausguß gemacht und nun über diesem begonnen, die Originalstücke allmählich zusammenzufügen. Vorder- und Hinterkopf gelangen, aber zwischen ihnen blieb gerade in der Quernaht ein klaffender Spalt, dessen Breite fraglich erschien. Aber auch dies gelang, zu bestimmen, ebenso die Zusammenpassung des ausgezeichnet erhaltenen Unterkiefers mit dem Oberkopf.

Der Kopf ist nun gegen die erste Zusammensetzung etwas kleiner geworden, sowohl kürzer wie niedriger. Es war früher, besonders bei der Gesichtsergänzung, zu viel Plastellin zwischengesetzt, so daß die Wangen zu lang und die Augenhöhlen zu groß erschienen. Die erhaltenen Gesichtsknochen sind auch jetzt zu einer vorsichtigen Wiederherstellung des Gesichts benutzt, unterscheiden sich aber in der Farbe auffällig von den Ergänzungsteilen (s. erste Rekonstruktion, Jahrb. VIII, S. 202).

Eine Anomalie zeigt der Unterkiefer darin, daß der Eckzahn links als Milchzahn stehen geblieben und der definitive Zahn darunter an falscher Stelle durchgebrochen ist. Das scheint mit einer Erkrankung der ganzen linken Kieferhälfte zusammenzuhängen, die vielleicht den frühen Tod dieses noch jugendlichen Diluvialeuropäers — er war erst 15 bis 16 Jahre alt, herbeigeführt hat. Die Weisheitszähne sind eben erst durchgebrochen.

Gegen einen von dem französischen Paläontologen *Boule* versuchten Rekonstruktionsversuch des 1908 entdeckten *Schädels von La Chapelle mit dem Unterkiefer des Homo Heidelbergensis* von Mauer wendet sich in einer kritischen Betrachtung der Würzburger Anatom J. *Sobotta*.*) Er hält diesen Versuch für durchaus mißglückt. Abgesehen davon, daß das Fossil von

*) Zeitschr. für Morphologie u. Anthropologie, Bd. XV, Heft 2.



Mauer unzweifelhaft ganz frühdiluvial ist, das Skelett von La Chapelle aber aus dem mittleren Diluvium stammt, der unmittelbare Vergleich beider Objekte infolge ihres sehr stark verschiedenen geologischen Alters immerhin schon bedenklich ist, erkennt jeder Anatom wohl auf den ersten Blick an der Hand der von Boule selbst gegebenen Abbildung den deutlichen Fehlgriff, den der Pariser Forscher macht,





Der Unterkiefer von Mauer an dem Schädel von La Chapelle, oben falsch angesetzt nach Boule, unten richtig nach Sobotta.

wenn er auf Grund seines Rekonstruktionsversuches den Heidelberger Unterkiefer auf das Niveau der Neandertalrasse herabzudrücken versucht (s. den Schädel von La Chapelle aux Saints — Corrèze — Jahrb. VIII, S. 199).

Wer den Rekonstruktionsversuch Boules (s. Abb.) betrachtet, wird erstlich sofort bemerken, daß die Zähne gar nicht in Artikulationsstellung stehen — die des Oberkiefers von La Chapelle sind von Boule erst rekonstruiert. Das fällt allerdings bei flüchtigem Hinsehen deswegen kaum auf, weil Boule den Heidelberger Unterkiefer von der linken Seite, an der die meisten Backenzähne abgebrochen sind, abgebildet hat. Es hat also bei diesem Rekonstruktionsversuch ein Anpassen der Zähne des Oberkiefers von La Chapelle an die des Unterkiefers von Mauer gar nicht stattgefunden. Dazu kommt, daß letzterer bei Boule vollkommen verzeichnet erscheint und nur die durch einen solchen Fehler hervorgerufene Verkürzung des Unterkiefers von Mauer ein einigermaßen richtiges, wenn auch nur scheinbares Passen an den rekonstruierten Oberkiefer von La Chapelle ermöglichte. Sobotta zeigt das durch eine Abbildung des letzteren mit dem unverkürzten Unterkiefer (s. Abb.).

Es fällt ferner auf den ersten Blick auf, daß der mächtige Unterkieferast von Mauer viel zu breit für den Schädel von La Chapelle ist. Man denke sich nur in die Boulesche Rekonstruktion den Schläfenkaumuskel hinein, der doch am vorderen Ast des aufsteigenden Unterkieferteiles (Processus coronoideus mandibulae) ansetzt. Sein Ansatzpunkt hier muß in der Verlängerung der Schläfengrube, dem Ursprungsgebiet des Muskels, liegen, während er bei Boules Rekonstruktion unter dem Jochbein läge. Daß ein Unterkiefer nicht zu einem Schädel paßt, wenn die Spitze des Processus coronoideus gegen den unteren Rand des Jochbeines sieht, statt in die Schläfengrube, ist selbstverständlich. Der Mauerer Unterkiefer ist eben viel zu lang für den Schädel von La Chapelle, er überragt diesen um die Ausdehnung des ganzen Schneidezahngebietes nach vorn.

Prof. Sobotta kommt daraufhin zu dem Schlusse, daß zu dem Heidelberger (Mauerer) Unterkiefer ein Schädel gehört, der einen ungleich viel stärker entwickelten Vorderkopf und Gesichtsschädel besessen hat, einen Gesichtsschädel, der viel affenähnlicher gewesen sein muß als der von La Chapelle oder irgend ein menschlicher Schädel der Neandertalrasse. Es nimmt also der Unterkiefer von Mauer eine weit primitivere Stellung ein als irgend ein anderes bisher bekanntes menschliches Fossil. Ein Vergleich des letzteren mit dem ja vorhandenen, wenn auch defekten Unterkiefer von La Chapelle zeigt auch, daß von einer Ähnlichkeit beider Kiefer gar keine Rede sein kann.

Je mehr sich vor uns das Dunkel lüftet, das über der körperlichen Beschaffenheit der frühesten bis jetzt bekannten menschlichen Wesen liegt, desto stärker wird auch der Wunsch, irgend einen, wenn auch noch so oberflächlichen Einblick in ihr geistiges Wesen, ihr Denken und Fühlen zu tun. Daß das nicht ganz aussichtslos ist, haben frühere Betrachtungen schon erwiesen (s. Jahrb. VII, S. 217, IX, S. 220, X, S. 241, sowie die Abschnitte über die Kunstschöpfungen des Ureuropäers). Die Paläontologen M. Boule und R. Anthony*) haben neuerdings versucht, auch die Gehirnoberfläche des Neandertalmenschen zu diesem Zwecke zu verwerten. Es wurde von der wohlerhaltenen Schädelhöhle des Schädels von La Chapelle ein Ausguß angefertigt, dessen Studie uns sehr interessante Schlüsse erlaubt.

Im Bau des Gehirns kommen zweierlei Eigenschaften zum Ausdruck, menschliche und an die Affen erinnernde. Als menschliche sind zu bezeichnen der absolute Inhalt, das Vorwiegen der linken Gehirnhälfte, das Vorhandensein zweier Seitenverzweigungen am vorderen Ende des Sylviusschen Einschnittes, der den Stirnlappen vom Schläfenlappen trennt, und ein System von Deckeln ähnlich dem menschlichen. Affenartige Eigenschaften

*) L'Anthropologie, Bd. XXII; Ref. Naturw. Rundsch., XXVII. Jahrg., Nr. 16 (Th. Arldt).



oder solche, die zwischen denen des Menschen und der Menschenaffen in der Mitte stehen — letztere die häufigsten — sind sehr zahlreich. Sie zeigen sich in der allgemeinen Gestalt, in der allgemeinen Einfachheit und dem Aussehen der Windungen im ganzen, in der Lage und Richtung des Sylviusschen und des Rolandoschen Einschnittes usw.

Diese anatomischen Tatsachen können uns wohl eine Vorstellung von den Gehirnfunktionen des Diluvialeuropäers aus dem Vesèretal geben. Der größe Gehirninhalt spricht zwar zu Gunsten seiner Intelligenz; aber das Gesamtaussehen aller Gehirnwindungen scheint im Gegenteil doch nur recht rudimentäre geistige Fähigkeiten anzudeuten. Bei ihrer Untersuchung des Entwicklungsgrades der Hirnlappenoberfläche haben Boule und Anthony neben einer stärkeren Ausbildung des Sehzentrums eine bemerkenswerte Einschränkung des vorderen Denkzentrums, wie bei den Menschenaffen, festgestellt. Wenn wir aber etwas in bezug auf die Physiologie des Gehirns genau wissen, so ist es die Tatsache, daß diese vorderen Teile des Stirnhirnes für das intellektuelle Leben unentbehrlich sind. Verletzungen dieser Teile führen zu Störungen der Intelligenz; zweiseitige Atrophie (Verkümmerung) der Stirnlappen zieht immer Wahnsinn oder gänzliche Nervenschwächung nach sich. Es ist also wahrscheinlich, daß der Mensch von Corrèze und der von Neandertal nur eine zurückgebliebene Geistesentwicklung besaßen, die aber sicherlich höher war als diejenige der lebenden Menschenaffen.

Die Frage, ob der Mensch von Corrèze schon eine vollkommen artikulierte Sprache besessen hat, läßt sich auf Grund des Hirnbefundes nicht mit voller Sicherheit beantworten, weil erstens die der Sprache dienenden Hirnwindungen noch nicht unumstritten feststehen und zweitens die betreffende Windung an dem Hirn von Chapelle nicht mit Sicherheit festzustellen ist. Es läßt sich — wenn nicht auf ein gänzliches Fehlen, so doch nur auf das Vorhandensein einer erst in den Anfängen begriffenen artikulierten Sprache schließen.

Die leichte Asymmetrie des Gehirns, die auf den Ausgüssen der Schädel von Neandertal, Gibraltar und La Chapelle beobachtet wurde, ruft den Gedanken hervor, daß die Neandertalmenschen bereits ausgesprochen einseitig waren, was unleugbar ein Merkmal der Überlegenheit ist. Diese bei den Affen und selbst bei den Menschenaffen seltene und immer sehr wenig ausgeprägte Asymmetrie ist bei den gegenwärtigen Menschen meist sehr ausgeprägt vorhanden. Die Neandertalmenschen stellen auch in dieser Beziehung einen Übergang zwischen dem modernen Menschen und den höheren Menschenaffen dar, ähnlich wie etwa die echten Mikrokephalen sich in dieser Eigenschaft den Affen nähern. Da sich beim Menschen von Corrèze die Asymmetrie in einem leichten Vorwiegen der linken Hirnhälfte zeigt, so dürfen wir schließen, daß dieser mitteldiluviale Europäer schon ein Rechtshänder war, wie ihn die Schöpfung des Bildhauers E. G. Jaeger auf dem Titelbild des vorjährigen Jahrbuches (X) darstellt.



K. u. K. Hofbuchdruckerei Karl Prochaska in Teschen.

Die Zeit (Wien). Illustriertes Jahrbuch der Naturkunde. „Viel Freunde wird sich voraussichtlich das Jahrbuch der Naturkunde erwerben, denn für dieses interessieren sich heute alle ohne Ausnahme; und obgleich es an populären Gesamtdarstellungen nicht fehlt, hat man doch bis jetzt noch kein periodisches populäres Werk gehabt, das über die Fortschritte jedes Jahres berichtet. Es werden abgehandelt: die Astronomie, die Geologie und Geophysik, die Physik, die Meteorologie, die Chemie, die Biologie, die Botanik, die Zoologie, die Urgeschichte der Menschheit, die Ethnographie, die Physiologie und Psychologie alles sehr hübsch, stellenweise spannend. Die Fülle des dargebotenen Stoffes ist staunenswert und auch der Unterrichtetste wird das Buch nicht aus der Hand legen, ohne Neues daraus gelernt zu haben."

Anzeiger für die neueste pädagogische Literatur. Illustriertes Jahrbuch der Erfindungen. „Für einen so billigen Preis wird man selten ein so gediegenes Werk wie das vorliegende erlangen."

Aus der Heimat. Illustriertes Jahrbuch der Naturkunde. „Ich bin auch von anderer Seite schon öfters nach einem Werke gefragt worden, in dem die Fortschritte der Naturwissenschaften für Laien bearbeitet sind. Nun kann ich ein solches empfehlen: das im Verlag von K. Prochaska, Teschen, erschienene und von H. Berdrow bearbeitete Illustr. Jahrbuch der Naturkunde." Stuttgart, Dr. K. G. Lutz.

Roseggers Heimgarten. Illustriertes Jahrbuch der Weltgeschichte. „Die Bearbeitung und Redaktion ist ganz musterhaft gelöst. Bei der flüssigen, fesselnden und anregenden Schreibweise dieser Jahrbücher der Geschichte werden dieselben hoffentlich baldigst sich einbürgern .... Die Anschaffung dieses Jahrbuchs der Weltgeschichte kann jedermann nur bestens empfohlen werden. Man wird durch dasselbe. bei äußerst angenehmer, nirgends langweiliger Darstellung von den Vorgängen auf allen Gebieten des Lebens, insbesondere des politischen, rasch und richtig unterrichtet."

Deutschtum im Auslande. Illustriertes Jahrbuch der Weltreisen. „Es ist eine dem Bildungswesen zu gute kommende Idee, die Errungenschaften auf dem Gebiete der Erdkunde in Jahrbüchern volkstümlichen Charakters zu billigem Preise darzubieten .... Alles ist durch treffliche Abbildungen dem Auge nahe gebracht. Das neue Jahrbuch verdient ganz unseren Beifall."

Volks-Zeitung. (Berlin). „Ein ausgezeichnetes Volksbuch ist im Verlage von Karl Prochaska, Teschen und Wien, erschienen. Es ist das ‚Illustrierte Jahrbuch der Naturkunde'. Hermann Berdrow, der sich eines in wissenschaftlichen Kreisen sehr geschätzten Namens erfreut, hat mit erstaunlicher Sorgfalt alle naturwissenschaftlichen Ereignisse, Forschungsergebnisse und Entdeckungen der letzten Jahre registriert. Keine Abteilung der Wissenschaft ist in diesem interessanten Werke unberücksichtigt geblieben. Zahlreiche Illustrationen schmücken das lesenswerte, hochinteressante Buch. Zuletzt sei noch hervorgehoben, daß der außerordentlich billige Preis jedem Naturliebhaber die Anschaffung des Werkes ermöglicht."

Breslauer Zeitung. Illustriertes Jahrbuch der Weltgeschichte. „Von Prochaskas Illustrierten Jahrbüchern nimmt zweifellos das Jahrbuch der Weltgeschichte den hervorragendsten Rang ein. Der etwa 160 Seiten Lexikonformat starke Band, der mit zahlreichen Illustrationen aufs würdigste ausgestattet ist, vereinigt in sich wieder alle Vorzüge, die von uns bereits bei Besprechung des vorigen Jahrgangs hervorgehoben werden konnten, vorzügliche Beherrschung des Stoffes, lichtvolle Darstellung, volkstümliche Schreibweise und gesundes politisches Urteil."

Linzer Tagespost. Illustriertes Jahrbuch der Weltreisen und geographischen Forschungen. „Der Verfasser führt uns in die Regionen des ewigen Eises, nach Asien, in die Neue Welt, nach Afrika, Australien und nach der Südsee und versteht es, in leichtfaßlicher und dabei anregender Form die physikalischen und politischen Verhältnisse dieser Gebiete zu schildern. Zahlreiche, dem Texte eingefügte Illustrationen tragen zum Verständnisse des Inhalts bei. Das Buch, das eine Fülle des Interessanten bietet, kann jedermann wärmstens empfohlen werden."

Norddeutsche Allgemeine Zeitung. Illustriertes Jahrbuch der Weltreisen und geographischen Forschungen. „Der Zweck des Buches ist, die weitesten Kreise mit den neuesten Forschungsreisen zu geographischen und ethnographischen Zwecken bekanntzumachen; dementsprechend ist auch der Preis ein sehr geringer. Es ist tatsächlich erstaunlich, welche Fülle von gediegener Belehrung in Bild und Wort dem Leser für Mark 1.50 geboten wird.

Münsterischer Anzeiger. Illustriertes Jahrbuch der Naturkunde. „Die Skepsis, mit der wir an dieses Buch herantraten — wie an alle naturwissenschaftlichen Werke, die für billiges Geld angeboten werden und bei denen die dadurch hervorgerufene Betonung des populär-wissenschaftlichen Charakters nicht selten über den Mangel an Inhalt des Werkes hinwegtäuschen soll — machte bald einer anderen Auffassung Platz; wir begrüßen das Erscheinen dieses Werkes auf das lebhafteste. Das Werk ist stilistisch ausgezeichnet und mit zahlreichen und guten Illustrationen geschmückt. Der Preis ist außerordentlich niedrig bemessen."

Zeitschrift für das Realschulwesen (Wien). Illustriertes Jahrbuch der Naturkunde. „Wenn der Laie auch aus den Tageszeitungen gelegentlich Mitteilungen über neue Entdeckungen, neue Hypothesen und andere wissenschaftliche und technische Errungenschaften der Neuzeit erhält, so erlangt er damit kein vollständiges Verständnis der betreffenden Zweige des Wissens, da solche Mitteilungen meist nur unvollständig und zusammenhanglos geboten werden, ohne daß auf die oft nicht ausreichende Vorbildung der Leser Rücksicht genommen wird, ja nicht selten werden sie bereits veröffentlicht, ehe eine Arbeit zu einem gewissen Abschlusse gebracht worden ist. Das läßt sich aber erst nach einem bestimmten Zeitabschnitte erreichen und ist daher die Aufgabe von Zeitschriften, welche die Forschungen von einem oder mehreren Jahren zusammenfassen. Es erscheint somit ein solches Jahrbuch, wie es hier vorliegt, ganz geeignet, aufklärend über neuere wissenschaftliche Fragen zu wirken. Das Jahrbuch beginnt mit der Vorführung einiger Entdeckungen am gestirnten Himmel. Es wird dann die Erdrinde in der Vergangenheit und Gegenwart kurz betrachtet, wobei die Veränderungen an der Erdoberfläche, die Verteilung von Wasser und Land sowie namentlich die Erscheinungen der Eiszeiten nach dem Ingenieur Reibisch durch ein regelmäßiges, sehr langsames Schwanken des Erdballs um eine den Äquator schneidende Achse erklärt werden. Durch eine solche sollen einzelne Gegenden der heißen Zone in höhere Breiten und umgekehrt versetzt werden. Die Untersuchungen über Erdbeben führen uns die gewaltigen Wirkungen dieser Erscheinung im letzten Jahre vor. Die Physik belehrt über einzelne Bewegungen der kleinsten Körperteilchen und besonders über die Ätherfrage sowie über die Kräfte des Luftmeeres, wobei auch die Sturmwarnungen und das Wetterschießen berührt werden. Die Chemie führt uns die neuen Elemente, hohe und tiefe Temperaturen vor. Aus der Biologie wird einzelnes zum Beweis der Abstammungslehre vorgeführt. Die Entdeckungen auf dem Gebiete der Welt der lebenden Wesen bringen manches Neue, ebenso die Vorgeschichte des Menschen und die Völkerkunde. Das ‚Jahrbuch' kann als sehr anregend und belehrend bezeichnet werden. Es ist in einem würdigen Ton gehalten und kann auch der reifen Jugend in die Hand gegeben werden."

Allgemeiner Anzeiger für Deutschlands Rittergutsbesitzer. „Wieder einmal ein durchaus gelungenes Volksbuch bester Art, dieser im Prochaska-Verlage in Wien, Leipzig und Teschen erschienene Jahrgang eines ‚Illustrierten Jahrbuchs der Erfindungen', das Mark 1.50 (Kronen 1.80) kostet, für diesen Preis aber geradezu unglaublich viel und überraschend Gutes bietet. Der Text des Werkes ist eine Musterleistung der volkstümlichen Behandlung technischer Themata, so interessant und verständlich, so anziehend sind sie für die Laienwelt, das große Publikum, Jugend und Volk schriftstellerisch abgefaßt. Es ist ein Vergnügen, dieses Werk zu lesen, man verfolgt seinen Inhalt mit einer wahren Spannung."





Die Welträtsel im Lichte der neueren physikalisch-chemischen u. astronom. Forschung.

Betrachtungen eines modernen Naturforschers von

Prof. P. Joh. Müller.

Broschiert Mk. 3.— = K 3.60, gebunden in Leinwand Mk. 4.— = K 4 80.

Professor Joh. P. Müller, der sich in seinem Buch: „Die Welträtsel" mit modernem exakt-wissenschaftlichem Rüstzeug gegen du Bois Reymond, Häckel, Ostwald und andere wendet, operiert mit einer „Raumenergie", worunter er das Wirken des (endlichen!) Ätherraums in der Erscheinungswelt versteht. Müller hält Kraft und Stoff nicht für identisch. Der Stoff sei an und für sich kraftlos, tot. Erst der Druck im Äther (verursacht durch die Rotation des Fixsternellipsoids um die Polachse der Milchstraße) bringe den Stoff zur Bewegung und zum Leben. Die mechanischen Bewegungen entstehen also nicht „aus sich selbst", sondern werden durch etwas „anderes" verursacht. Diese (allomatische) Bewegungsursache ist eben die Raumenergie oder besser der Raumdruck Hieraus ergibt sich — auch schon im Gebiet der Mechanik — die Notwendigkeit eines dualistischen Prinzips. Obwohl nun die Raumenergie zunächst nur für die physikalisch-chemischen Bewegungen gilt und ohne weiteres nicht für die biotischen und psychischen Vorgänge, so scheint der intramolekulare Äther doch auch bei dem letzteren eine gewisse Rolle zu spielen Die Schrift enthält eine Fülle hochinteressanter Details über Raum, Äther, Materie (besonders in chemischer Hinsicht), über biologische, astronomische, kosmische Probleme und ist besonders deshalb zu empfehlen, weil sie sich gegen eine Menge herkömmlicher Annahmen wendet.

„Hamburger Fremdenblatt", 1912.

Der bekannte Verfasser widerlegt in ungemein umfassender und vielseitiger Weise die Lösungen der Welträtsel auf Grund des Materialismus und Monismus Haeckels, sowie der Energetik Ostwalds. Jeder gebildete Laie, der sich gründlich über diese und viele damit zusammenhängende Fragen informieren will, kann hier den Stand der neuesten Forschung auf verhältnismäßig kleinem Raume finden Der Verfasser reißt aber nicht nur nieder, er baut auch auf. Auf Grund der Atomistik und der Raumenergetik versucht er eine interessante, wenn auch zunächst nur teilweise Lösung.

„Schles. Volkszeitung", 1912.

In diesem Werke wird der Nachweis zu führen gesucht, daß die moderne Naturwissenschaft mit ihren Resultaten widerlegt hat, was Ausgangspunkt und Ziel des Materialismus ist. Prof. Müller zeigt, daß die sieben Welträtsel Du Bois-Reymonds von Prof. Häckel nicht gelöst worden sind. Zu den sieben Welträtseln fügt Verfasser ein neues hinzu, nämlich das scheinbar gänzliche Fehlen eines höher organisierten außerirdischen Lebens im Weltall. Das Buch versucht den Nachweis des gänzlichen Zusammenbruchs des Materialismus. Von ganz besonderem Interesse ist es für alle Freunde der Naturwissenschaften, gleichviel zu welcher Richtung sie sich bekennen.

„Blätter für Bücherfreunde", 1912.

In überaus spannender Weise behandelt der Verfasser den Kampf um die Weltanschauung, die Raumenergie als Ursache der mechanischen Bewegungen, die Schwächen der kinetischen Gastheorie, die Existenz des Äthers und seine Beziehungen zur Raumenergie, Raumenergetik und Weltanschauung; ein neues Welträtsel und seine Beziehungen zur Weltanschauung. Professor Müller bekämpft mit großem Erfolge in seinem Werke den Materialismus. Zu den sieben Welträtseln fügt er ein neues hinzu, nämlich das scheinbar gänzliche Fehlen eines höher organisierten außerirdischen Lebens im Weltall. Für alle Freunde der Naturwissenschaften wird das Werk von großem Interesse sein.

„Linzer Tagespost", 1912.

Preisermäßigung.

Zur Erleichterung des Nachbezuges früherer Jahrgänge werden von den **Illustr. Jahrbüchern der Erfindungen und der Weltgeschichte die Jahrgänge 1–8 (1901–1908), der Weltreisen 1–7 (1902–1908), der Naturkunde 1–6 (1903–1908), der Gesundheit, 1. Jahrgang**

bis Ende 1913 bezw. solange der für diesen Zweck bestimmte Vorrat reicht,
kart. statt zu Mk. 1.50 (K 1.80) zu **Mk. 1.— (K 1.20),**
geb. statt zu Mk. 2.— (K 2.40) zu **Mk. 1.50 (K 1.80)** abgegeben.

Alle Interessenten wollen diese günstige Gelegenheit zur Ergänzung durch einzelne Bände oder ganze Serien nicht ungenützt vorübergehen lassen.

Auch die Buchhandlungen liefern zu gleichen Preisen.